

Jouko Lakaniemi

# **Virtuaaliympäristön luominen palvelimelle**

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Tekniikan yksikkö

Tietotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Tietotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Tietoverkkotekniikka

Tekijä: Jouko Lakaniemi

Työn nimi: Virtuaaliympäristön luominen palvelimelle

Ohjaaja: Alpo Anttonen

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 49

Liitteiden lukumäärä:

---

Opinnäytetyössä tutkittiin virtualisointia ja sen mahdollisuuksia tietotekniikan välineenä. Työssä myös asennettiin palvelimelle virtuaalinen työympäristö, johon voitiin lisätä virtuaalikoneita.

Työn teoriaosuudessa tutkittiin virtualisoinnin historian eri vaiheita sekä tutustuttiin eri virtualisointitapoihin. Lisäksi mietittiin virtuaaliympäristön hyötyjä ja haasteita.

Käytännön osuudessa käytiin läpi ensin laitteistoa ja ohjelmistoa. Sen jälkeen selvitettiin vaiheittain virtuaaliympäristön luominen. Lopuksi pohdittiin opinnäytetyötä kokonaisuutena ja virtualisoinnin tulevaisuutta.

Avainsanat: virtualisointi, virtuaaliympäristö, palvelin, RAID, VMware

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Information Technology

Specialisation: Information Network Technology

Author: Jouko Lakaniemi

Title of thesis: Creating virtual working environment server

Supervisor: Alpo Anttonen

Year: 2014

Number of pages: 49

Number of appendices:

---

This thesis studied virtualization and its possibilities as an instrument of information technology. The thesis also showed how to install a virtual working environment to a server into which it would be possible to add virtual machines.

The theoretical part of the virtualization studied the different stages of the history getting familiar with the different virtualization methods. In addition, the benefits and challenges of the virtual environment were discussed.

In the practical part hardware and software were first discussed. Then, steps of how to make the virtual environment were shown. Finally the thesis was reflected as a whole and the future of virtualization was discussed.

Keywords: virtualization, virtual working environment, server, RAID, VMware

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ .....	3
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	8
1 JOHDANTO .....	10
1.1 Työn tausta ja tavoite .....	10
1.2 Työn rakenne .....	10
2 VIRTUALISOINTI.....	11
2.1 Yleisesti.....	11
2.2 Historia .....	11
2.3 Virtualisointitapoja .....	14
2.3.1 Tallennustilavirtualisointi .....	14
2.3.2 Palvelinvirtualisointi.....	14
2.3.3 Työpöytävirtualisointi .....	14
2.3.4 Verkkovirtualisointi .....	15
2.3.5 Sovellusvirtualisointi.....	15
2.4 Virtuaaliympäristö.....	15
2.4.1 Hyödyt.....	15
2.4.2 Haasteet.....	17
3 LAITTEISTOT JA OHJELMISTOT .....	18
3.1 Primergy rx200 s7 .....	18
3.2 Fujitsu serverview suite .....	19
3.3 VMware vsphere Hypervisor 5.5 (ESXi) .....	19
3.4 Vmware vsphere client.....	20
3.5 Windows server 2008 r2 .....	20
3.6 RAID .....	20
4 VIRTUAALIYMPÄRISTÖN LUOMINEN .....	24
4.1 Lyhyesti.....	24

4.2 Loogisen aseman luominen .....	24
4.3 Esxi 5.5:n asentaminen.....	31
4.4 VMware vsphere client.....	38
4.5 Lopputulos .....	46
5 YHTEENVETO JA POHDINTA .....	47
LÄHTEET .....	48
LIITTEET .....	50

## Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Virtualisoinnin arkkitehtuuri. (Muropaketti 2007.) .....	10
Kuvio 2. Virtualisoinnin historia. (Cloudtweaks 2012.) .....	13
Kuvio 3. Primergy rx200 s7. (Fujitsu 2014a.) .....	18
Kuvio 4. Esxin rakenne. (Thegeekstuff 2010.) .....	19
Kuvio 5. Windows server 2008 -logo. (Microsoft 2014.) .....	20
Kuvio 6. Raid 0. (SNIA 2009.) .....	21
Kuvio 7. Raid 1. (SNIA 2009.) .....	21
Kuvio 8. Raid 10. (SNIA 2009.) .....	22
Kuvio 9. Raid 5. (SNIA 2009.) .....	22
Kuvio 10. Raid 6. (SNIA 2009.) .....	23
Kuvio 11. Serverview, kielivalikko. ....	24
Kuvio 12. Näppäimistön kieliasetukset.....	25
Kuvio 13. Serverview installation manager. ....	25
Kuvio 14. ServerView installation manager maintenance. ....	26
Kuvio 15. RAID Manager. ....	26
Kuvio 16. Loogisen aseman luonnin aloitus. ....	27
Kuvio 17. Loogisen aseman luonti. ....	27
Kuvio 18. Loogisen aseman hyväksyminen. ....	28
Kuvio 19. Loogisen aseman alustaminen. ....	29
Kuvio 20. Kiintolevyjen ledit. ....	29
Kuvio 21. Valmis looginen asema. ....	30
Kuvio 22. Serverview, uudelleenkäynnistys. ....	30
Kuvio 23. WMware ESXi 5.5.0:n käynnistys. ....	31
Kuvio 24. WMware ESXi 5.5.0:n latausikkuna. ....	31
Kuvio 25. WMware ESXi 5.5.0:n asennus. ....	32
Kuvio 26. WMware ESXi 5.5.0 -käyttäjäehdot.....	32
Kuvio 27. WMware ESXi 5.5.0 -tallennusaseman valinta. ....	33
Kuvio 28. WMware ESXi 5.5.0 -näppäimistön kieliasetukset. ....	33
Kuvio 29. WMware ESXi 5.5.0:n root-salasanan määrittäminen.....	34
Kuvio 30. WMware ESXi 5.5.0 -asennuksen hyväksyminen. ....	34
Kuvio 31. WMware ESXi 5.5.0 -asennus valmis. ....	35

Kuvio 32. VMware ESXi 5.5.0 -kirjautuminen.....	35
Kuvio 33. VMware ESXi 5.5.0 -konfiguraatio. ....	36
Kuvio 34. VMware ESXi 5.5.0 -IP-konfiguraatio.....	36
Kuvio 35. VMware ESXi 5.5.0 -DNS-konfiguraatio.....	37
Kuvio 36. VMware ESXi 5.5.0, verkon testaus.....	37
Kuvio 37. VMware vsphere client -kirjautumisikkuna. ....	38
Kuvio 38. VMware vsphere client -palvelimen tiedot.....	39
Kuvio 39. VMware vsphere client, uuden virtuaalikoneen luominen. ....	39
Kuvio 40. VMware vsphere client -virtuaalikoneen nimen valitseminen. ....	40
Kuvio 41. VMware vsphere client -virtuaalikoneen tallennuspaikka.....	41
Kuvio 42. VMware vsphere client, valittava käyttöjärjestelmä.....	41
Kuvio 43. VMware vsphere client -virtuaalikoneen verkko.....	42
Kuvio 44. VMware vsphere client -virtuaalikoneen tallennustila.....	43
Kuvio 45. VMware vsphere client -yhteenveto .....	43
Kuvio 46. VMware vsphere client -virtuaalikoneen käynnistäminen.....	44
Kuvio 47. VMware vsphere client -virtuaalikoneen konsolin avaaminen.....	44
Kuvio 48. VMware vsphere client -kuvatiedoston käyttäminen.....	45
Kuvio 49. VMware vsphere client -kuvatiedoston avautuminen.....	45
Kuvio 50. Windows -palvelin ja Ubuntu.....	46

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>AD</b>	Active Directory on Microsoftin Windows-toimialueen käyttäjätietokanta ja hakemistopalvelu.
<b>AT&amp;T</b>	AT&T Inc. on Yhdysvaltojen suurin teleoperaattori.
<b>CP-40</b>	Virtuaalikoneen valvontaohjelman osa, jota käytettiin s/360:ssa. Oli CP-67:n edeltäjä.
<b>CP-67</b>	Virtuaalikoneen valvontaohjelman osa, jota käytettiin s/360:ssa.
<b>DNS</b>	Domain Name System on Internetin nimipalvelujärjestelmä, joka muuntaa verkkotunnuksia IP-osoitteiksi.
<b>ESXi</b>	ESXi on VMwaren yritys-tason tietokoneille suunniteltu virtualisointituote.
<b>GE</b>	General Electric on yhdysvaltalainen monialayritys.
<b>HP-UX</b>	HP-UX on Hewlett-Packardin versio UNIX-käyttöjärjestelmästä.
<b>IBM</b>	International Business Machines on teknologiayritys, joka on tunnettu suurtietokoneista ja raskaspalvelimista.
<b>IP</b>	Internet Protocol on TCP/IP-mallin Internet-kerroksen protokolla, joka huolehtii IP-tietoliikennepakettien toimittamisesta perille pakettikytkentäisessä Internet-verkossa.
<b>MIT</b>	Massachusetts Institute of Technology on korkeakoulu Cambridgen kaupungissa Massachusettsissa.
<b>RAID</b>	Redundant Array of Independent Disks on tekniikka, jolla tietokoneiden vikasietoisuutta tai nopeutta kasvatetaan käyttämällä useita erillisiä kiintolevyjä, jotka yhdistetään yhdeksi loogiseksi levyksi.



<b>S/360</b>	S/360 on IBM:n vuonna 1964 julkistama suurtietokoneiden perhe. S/360-perhe koostui useista keskenään yhteensopivista mutta ominaisuuksiltaan eroavista tietokoneista.
<b>Ubuntu</b>	Ubuntu on tietokoneille tarkoitettu käyttöjärjestelmä, joka perustuu Debianin Linux-jakeluun.
<b>UNIX</b>	Unix on laitteistoriippumaton käyttöjärjestelmä.
<b>USB</b>	Universal Serial Bus on sarjaväyläarkkitehtuuri oheislaitteiden liittämiseksi tietokoneeseen.
<b>VMware</b>	VMware on yritys, joka tuottaa virtualisointi- sekä pilviohjelmistoja. VM on lyhenne sanasta virtual machine.
<b>Vsphere</b>	Vsphere on VMwaren pilvi- ja virtualisointikäyttöön suunniteltu ohjelma.
<b>Windows</b>	Windows on PC:lle tarkoitettujen graafisten käyttöliittymien ja käyttöjärjestelmien perhe.
<b>x86</b>	x86 on nimi Intelin kehittämälle ja valmistamalle suoritinarkkitehtuurille.
<b>Xen</b>	Xen on Cambridgen yliopistossa kehitetty ilmainen ja vapaa virtuaalikone x86-, x64- ja PowerPC-arkkitehtuureille.

(Cloudtweaks 2012; Everything VM 2011; IBM 2007; Microsoft 2014; Scheffy 2007; Sdncentral, [viitattu 20.1.2014]; SNIA 2009; Thegeekstuff 2010; VMware 2014a; VMware 2014b.)

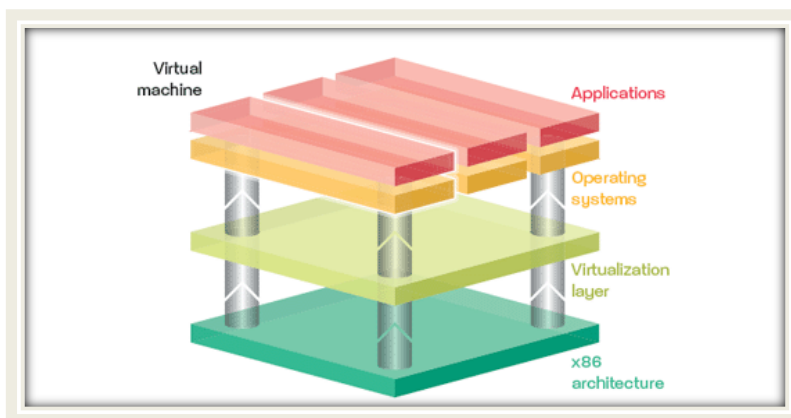
# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta ja tavoite

Virtualisoinnin käyttö on lisääntynyt nykypäivänä huomattavasti. Sitä käytetään yhä enemmän yrityksissä fyysisen laitteiston sijaan. Työn tavoitteena on tutustua virtualisointiin tarkemmin teorian kautta sekä tutustua aiheeseen liittyvään laitteistoon ja ohjelmistoon lähemmin. Tavoitteena on myös käytännössä asentaa virtuaaliympäristö palvelimelle.

## 1.2 Työn rakenne

Työ koostuu pääosin teoriasta, laitteistosta ja käytännön osuuden dokumentoinnista. Teoriaosuudessa keskitytään yleiseltä näkökulmalta virtualisointiin. Kappaleissa tutustutaan virtualisoinnin historiaan sekä virtualisointitapoihin ja lopulta käydään läpi virtuaaliympäristön hyötyjä ja haasteita. Laitteisto-osuudessa käydään läpi työhön liittyviä laitteita, ohjelmia sekä tekniikoita. Seuraavaksi työ etenee käytännön osuuden vaiheisiin. Aluksi kerrotaan lyhyesti mitä tehdään, jonka jälkeen siirrytään tarkemmin itse työn tekoon. Sen jälkeen kerrotaan, mihin lopputulokseen tultiin. Lopuksi on vielä pohdintaa työstä kokonaisuudessaan.



Kuvio 1. Virtualisoinnin arkkitehtuuri. (Muropaketti 2007.)

## 2 VIRTUALISOINTI

### 2.1 Yleisesti

Tietotekniikassa virtualisointi tarkoittaa tapaa luoda virtuaalinen versio laitteesta sekä muista resursseista. Näitä voivat olla esimerkiksi palvelin, tallennuslaite, verkkoympäristö tai jopa käyttöjärjestelmä, jonka avulla voi edelleen resurssit jakaa yhteen tai useampaan suoritusympäristöön. Jopa kovalevyn ositus voidaan laskea virtualisoinniksi, koska yksi kiinteä levy jaetaan kahdeksi erilliseksi tallennuslaitteeksi. Laitteet, ohjelmat sekä käyttäjät pystyvät suorittamaan virtuaalisia resursseja niin kuin ne olisivat aitoja kiinteitä resursseja. (IBM 2007.)

### 2.2 Historia

Virtualisointi sai alkunsa 1960-luvulla. IBM:llä oli monenlaisia järjestelmiä, jotka olivat toinen toistaan erilaisempia. Tämä oli vaikeaa asiakkaille, koska heidän piti pysyä muutosten ja vaatimusten mukana. Lisäksi tietokoneet pystyivät suorittamaan vain yhden asian kerrallaan. Jos haluttiin suorittaa kaksi tehtävää kerrallaan, prosessi täytyttiin suorittaa erissä. (Everything VM 2011.)

Eri järjestelmävaatimusten takia IBM alkoi rakentaa s/360-keskusyksikköjärjestelmää. S/360 suunniteltiin olemaan avoin täydennys muille järjestelmille ja ylläpitämään taaksepäin yhteensopivuus. (Everything VM 2011.)

1. heinäkuuta 1963 Massachusetts Institute of Technology (MIT) julkisti Projektin MAC, jonka tarkoituksena oli rahoittaa 2 miljoonaa dollaria avustusta tietokonetutkimukseen: erityisesti käyttöjärjestelmien, tekoälyn, ja laskennallisen teorian alueille. Osana tätä tutkimuksen avustusta MIT tarvitsi uudet atk-laitteet, joita useampi käyttäjä kykenisi käyttämään samanaikaisesti ja ehdotuksia alettiinkin kysyä eri tietokonevalmistajilta kuten GE:ltä ja IBM:ltä. IBM ei ollut halukas sitoutumaan osituskäyttöiseen tietokoneeseen, koska heidän mielestään sille ei ollut tarpeeksi kysyntää, ja MIT ei halunnut joutua käyttämään erityisesti muutettua järjestelmää.

GE oli valmis sitoutumaan osituskäyttöiseen tietokoneeseen. (Everything VM 2011.)

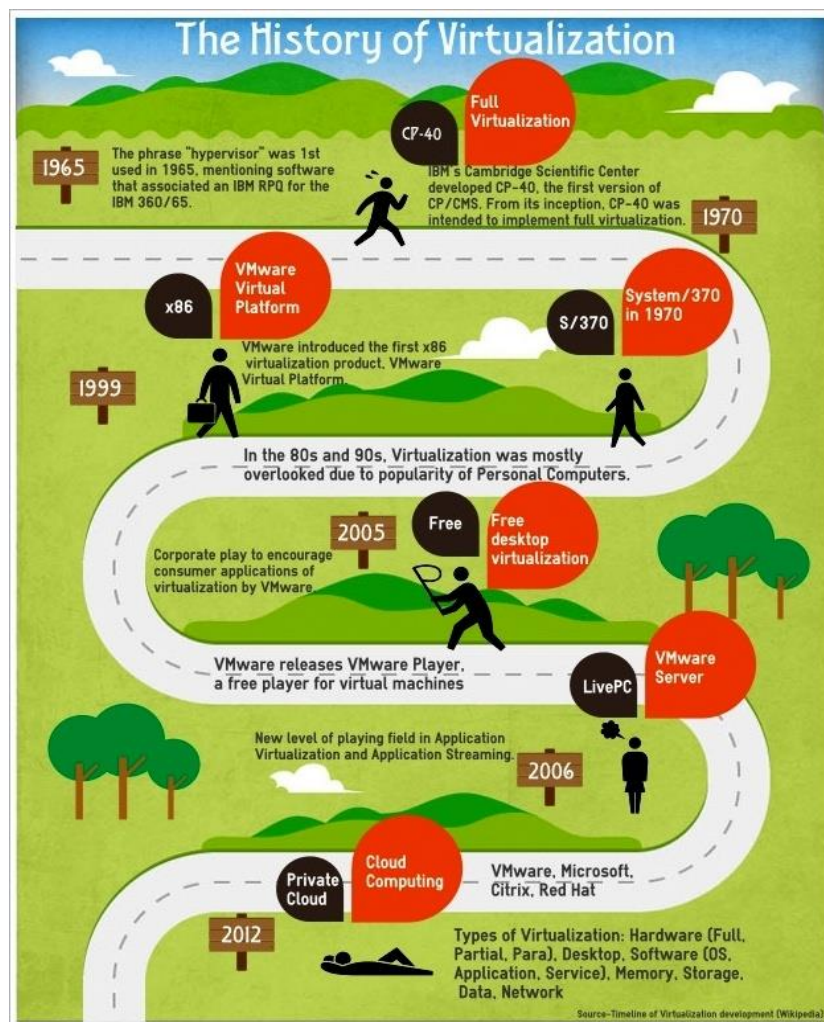
IBM kuuli myöhemmin, että yrityksellä Bell Labs olisi tarvetta samanlaiselle järjestelmälle. IBM suunnitteli CP-40 -keskussyksikön. CP-40:tä ei koskaan myyty asiakkaille ja sitä käytettiin vain laboratorioissa. Mutta se on edelleen tärkeä, sillä CP-40 myöhemmin kehittyi CP-67-järjestelmään, joka on ensimmäinen kaupallinen keskussyksikkötuki virtualisointiin. CP:n osituskäytön tarkoituksena oli saada jokaiselle käyttäjälle täydellinen käyttöjärjestelmä, mikä tehokkaasti antaisi jokaiselle käyttäjälle oman virtuaalisen työpöydän ja minkä käyttö olisi yksinkertaista. (Everything VM 2011.)

Datakeskukset käyttävät nykyään virtualisointitekniikoita erottamaan fyysisen laitteiston ja luomaan suuria yhteenlaskettuja varantoja loogisille resursseille, jotka koostuvat suorittimista, muistista, levyistä, tiedostojen tallennuksesta, sovelluksista ja verkkotoiminnoista. Datakeskukset tarjoavat käyttäjille tai asiakkaille resursseja nopeasti, skaalautuvasti, konsolidoidusti toimivia virtuaalikoneita. Vaikka tekniikka ja käyttötapaukset ovat kehittyneet, ydinmerkitys virtualisoinnissa on sama: tietojenkäsittely-ympäristö suorittaa useita itsenäisiä järjestelmiä samanaikaisesti. (Everything VM 2011.)

1980-luvulla virtualisointiteknologian kehitykseen liittyi useita uusia yhtiöitä, kuten AT&T, Microsoft ja Locus Computing Company. Tällöin virtualisointiteknologian uutuuksia olivat esimerkiksi sovellusvirtualisointi ja virtuaaliverkot. 1990-luvun merkittävimpiä virtualisointijulkaisuja oli Apple Macintosh -tietokoneilla Microsoftin Windows-käyttöjärjestelmän virtuaaliseen ajoon kykenevä Connectix Virtual PC, jonka Microsoft myöhemmin vuonna 2003 osti itselleen. Vuonna 1998 virtualisointimarkkinat sai uuden tulokkaan yhtiöstä nimeltä VMware, joka nousi nopeasti yhdeksi virtualisointiteknologian edelläkävijöistä. VMware julkaisi ensimmäisen tuotteen, VMware Workstationin, vuonna 1999, ja siitä tuli maailman ensimmäinen täysivirtualisointiin kykenevä x86-pohjainen virtualisointisovellus. Muut valmistajat alkoivat myös kehittää omia vastaavia tuotteita. (Everything VM 2011.)

2000-luvun alussa virtualisointi oli lähtenyt uuteen nousuun ja markkinoille tuli ilmaisia ja avoimen lähdekoodin virtualisointisovelluksia. Xen-virtualisointisovelluksesta

tuli maailman ensimmäinen avoimen lähdekoodin virtualisointisovellus vuonna 2003, kun sovelluksen kehittäjät Cambridgen yliopistosta julkaisivat sovelluksen ilmaiseksi. Cambridgen XenProject-kehitysryhmästä muodostui samalla yhtiö nimeltä XenSource, Inc., jonka Citrix Systems osti vuonna 2007 sulauttaen XenSourcen ohjelmistotarjonnan oman merkkinsä alle. Hewlett-Packard liittyi myös virtualisointiyhtiöiden joukkoon vuonna 2005 julkaistessaan Hewlett-Packard UniX-käyttöjärjestelmälleen (HP-UX) Integrity Virtual Machines -sovelluksen. VMware liittyi vuosina 2005 ja 2006 ilmaisten virtualisointiratkaisujen tarjoajien joukkoon VMware Player ja VMware Server -tuotteillaan. Itse virtualisointitekniikan puolella tuli uusia haaroja vuonna 2006, kun sovellusvirtualisointi ja -streamaus-sovelluksia alkoi ilmestyä markkinoille. (Everything VM 2011.)



Kuvio 2. Virtualisoinnin historia. (Cloudtweaks 2012.)

## **2.3 Virtualisointitapoja**

Seuraavaksi esitellään eri virtualisointitapoja ja kerrotaan niiden käyttötarkoituksista.

### **2.3.1 Tallennustilavirtualisointi**

Tallennustilavirtualisointi on useiden verkkotallennuslaitteiden yhdistelmä, jossa on yksi kiinteä tallennusyksikkö. Sitä käytetään usein tallennusalueverkoissa, joka on jaettujen tallennuslaitteiden nopea aliverkko. Se suorittaa helposti ja nopeasti tehtäviä, kuten arkistointi, varmuuskopiointi ja palauttaminen. (SearchStorage 2006.)

### **2.3.2 Palvelinvirtualisointi**

Palvelinvirtualisointi tarkoittaa yhden fyysisen palvelimen jakamista pienempiin virtualisiin palvelimiin. Tällä varmistetaan palvelimen resurssien maksimointi. Palvelinvirtualisoinnissa resurssit ovat joko piilotettu tai peitetty, ja ohjelmistoa käytetään jakamaan fyysinen palvelin useiksi virtuaaliympäristöiksi. Näitä kutsutaan virtuaalisiksi tai yksityisiksi palvelimiksi. Tämä on päinvastainen tilanne, kuin yhden palvelimen määrääminen useampaan tehtävään tai sovellukseen. (IBM 2007.)

### **2.3.3 Työpöytävirtualisointi**

Työpöytävirtualisointi siirtää käyttöjärjestelmän ja sitä käyttävät ohjelmat palvelimella pyörivälle virtuaalikoneelle. Jokainen käyttäjä voi silti muokata työpöytäympäristöä. Normaalisti kiinteästä tietokoneen poiketen käyttäjän työpöytäympäristö on samanlainen myös toiselle koneelle. Vaikka kiinteä laitteisto hajoaisi, käyttäjän työympäristö on turvassa verkossa. (IBM 2007.)

### **2.3.4 Verkkovirtualisointi**

Verkkovirtualisointi käyttää verkon resursseja yhden fyysisen verkon segmentoinnin kautta. Verkkovirtualisointi saavutetaan asentamalla ohjelmistoja ja palveluja hallitsemaan varastoinnin, laskennan ja ohjelmien jakamista. Verkkovirtualisointi kohtelee kaikkia palvelimia ja palveluja verkossa omina resursseinaan, joita voidaan käyttää ilman fyysistä palvelinta. (Sdncentral, [viitattu 20.1.2014].)

### **2.3.5 Sovellusvirtualisointi**

Sovellusvirtualisointia kutsutaan myös sovelluksen palvelun virtualisoinniksi. Sovellusvirtualisoinnissa tietokoneen resursseja jaetaan dynaamisesti reaaliajassa. Normaalissa käytössä ohjelmat asentavat asetukset hallittavaan käyttöjärjestelmään ja koodaavat koko järjestelmän sopimaan sovelluksen tarpeisiin. Sovellusten virtualisoinnin avulla kukin sovellus laskee omat kokoonpanonsa tarvittaessa ja suorittavat sen niin, että näkevät vain omat asetuksensa. Tämä säilyttää vastaanottavan käyttöjärjestelmän ja nykyiset asetukset ennallaan. (Webopedia, [viitattu 20.1.2014].)

## **2.4 Virtuaaliympäristö**

Virtuaaliympäristöt ovat verkkoon rakennettuja interaktiivisia sovelluksia, joihin voidaan rakentaa toiminnallinen ja visuaalinen ympäristö.

### **2.4.1 Hyödyt**

Virtualisoinnilla on useita hyötytekijöitä, joiden ansiosta virtualisoinnin käyttäminen on yleistynyt. Yksi merkittävimmistä eduista on laitekannan tehokkaampi hyödyntäminen, joka lisää kustannustehokkuutta ja kutistaa itse laitekannan kokoa. Useimmiten tavallinen palvelin ajaa omia määriteltyjä toimintojaan käyttäen vain 10–15 prosenttia laitteiston suorituskapasiteetista. Tässä tapauksessa huomattava osa potentiaalista suorituskapasiteettia jää käyttämättä, mikä virtualisoinnin avulla

voitaisiin hyödyntää. Virtuaalisoinnin avulla laitteiston käyttöaste voidaan nostaa 70–80 prosenttia ja samalla vähentää tarvittun laitteiston määrää. Palvelinkeskusten koko kutistuu, kun useampi palvelin mahtuu yhdelle laitteelle ja ilmastointivälikkeet ja sähkönkulutus pienenee. Virtualisoinnin ekologisuutta korostaa myös se, että laitekantaa uusittaessa muodostuu vähemmän tekniikkaromua, kun on vähemmän laitteistoa vanhentumassa ja vioittumassa. (Scheffy 2007.)

Ylläpidon kannalta virtualisointi auttaa hallinnoimaan IT-infrastruktuuria helpommin, nopeammin ja vähemmällä työllä. Virtualisointi parantaa myös IT-infrastruktuurin joustavuutta ja mukautuvuutta. Virtuaalipalvelimia voidaan hallita keskitetystä näkymästä etäyhteyden välityksellä. Loogiset resurssit voidaan määrittää uudestaan nopeasti, jos esimerkiksi jokin virtuaalipalvelin tarvitsee lisää muistia ja sitä on vapaana. Virtuaalipalvelinta ei tarvitse käynnistää uudestaan. Uusien virtuaalipalvelinten pystytys on tavallisia palvelimia nopeampi prosessi, koska virtuaalipalvelimista voidaan tehdä tilannekuvia tarvittaessa. Näistä tilannekuvista voidaan luoda uusia virtuaalipalvelimia hetkessä. Fyysisten palvelimien siirtäminen paikasta toiseen lisää työtä, mikä on myös aikaa ja rahaa kuluttava prosessi, mutta virtuaalipalvelimet voidaan siirtää helposti suoraan verkon ylitse fyysiseltä virtualisointipalvelimelta toiselle. (Scheffy 2007.)

Useampaa virtualisointipalvelinta hyödyntämällä voidaan myös tehdä muutoksia fyysiseen laitteistoon ilman, että palvelut keskeytyvät loppukäyttäjän näkökulmasta. Virtualisoinnilla voidaan siis vähentää IT-palveluiden katkokkien määrää ja lyhentää niiden kestoa sekä estää tärkeiden töiden keskeytymistä. Tällä tavoin laiterikkojen aiheuttavat katkokset voidaan minimoida. Virtualisoinnin avulla on myös mahdollista toteuttaa tehokkaamman tason varmuuskopiointia jakamalla yksi looginen varmuuskopio kahdelle tai useammalla fyysisellä tallennusvälineellä. Näin voidaan estää laiterikon aiheuttama tiedon häviäminen, koska sama tieto on tallennut useammalle laitteelle. (Scheffy 2007.)



### 2.4.2 Haasteet

Vaikka virtualisointi helpottaa ja nopeuttaa palvelinten ylläpitoa, virtualisointi ei tarkoita, että ylläpitohenkilökunnan pätevyydestä voidaan karsia. Virtualisointipalvelinten ylläpitäjien täytyy olla koulutettuja ja päteviä, jotta ylläpidon tehokkuus voidaan taata. Valittaessa virtualisointiratkaisua yrityskäyttöön täytyy valintaprosessissa olla mukana asiantuntija, koska yksittäisen valmistajan koulutus on vain tuotekohtaisesti pätevä. Lisäksi on tärkeää huomioida, että useimmiten kaupallisia ratkaisuja lisensoidaan prosessori- ja ydinmäärän mukaan, mikä saattaa aiheuttaa ongelmia sopivaa ratkaisua valittaessa. Näiden lisenssien lisäksi tarvitaan mahdollisesti jokaista virtualisoitua palvelinta kohden oma käyttöjärjestelmälisenssi. Virtualisointisovelluksista saa irti kaiken hyödyn vain, jos laitekanta on riittävän tehokas. Perustettaessa täysin virtualisoitua palvelininfrastruktuuria voivat aloituskustannukset nousta korkeiksi laitekustannuksien takia. Virtualisointi voi myös aiheuttaa ongelmia, jos laitteet tai sovellukset eivät ole yhteensopivia virtuaaliversion kanssa. Lopuksi on syytä miettiä, mitä on järkevää virtualisoida ja mitä ei. (Scheffy 2007.)

### 3 LAITTEISTOT JA OHJELMISTOT

#### 3.1 Primergy rx200 s7

Primergy rx200 s7 -palvelin koostuu seuraavista osista

- emolevy: D3032
- prosessori: Intel Xeon E5-2620Turbo Boost 2.0
- muisti: 32 Gb DIMM (DDR3)
- kiintolevyt: 4x 2,5" SAS 450 Gb

Fujitsu Primergy rx200 S7 on laajennettava 1U-kehikkopalvelin. Intel Xeon E5-2620 -suorittimen ansiosta Primergy rx200 S7 on hyvä pienten tietokantojen käsittelyyn sekä virtualisointiratkaisujen ja pilvipalveluiden toteuttamiseen. RX200 S7 tarjoaa laajennusmahdollisuudet tukemalla jopa 768 Gt muistia ja kahdeksaa kiintolevyä. Tehokkaan, hyötysuhteeltaan 94 % virtalähteen ja virranhallinnan ansiosta saavutetaan alhaiset käyttökustannukset. (Fujitsu 2014a.)



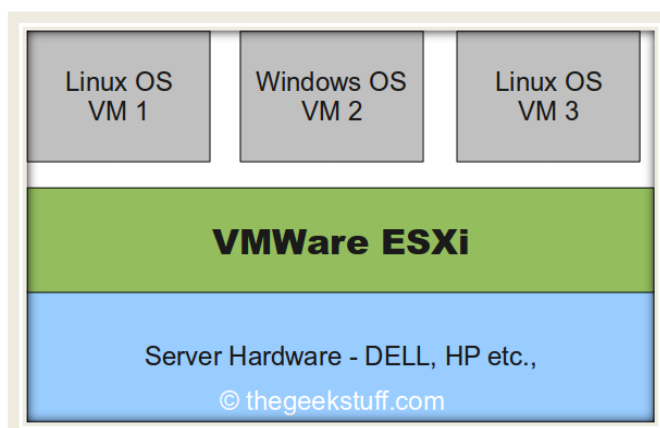
Kuvio 3. Primergy rx200 s7. (Fujitsu 2014a.)

### 3.2 Fujitsu serverview suite

Fujitsu serverview suite on palvelimen hallintaohjelma, joka tarjoaa vikasietoisen ja automaattisen palvelimen käytön. Se tukee virtualisointiteknologiaa ja suuremman dynamiikan tietotekniikan infrastruktuureja. (Fujitsu 2014b.)

### 3.3 VMware vsphere Hypervisor 5.5 (ESXi)

ESX on palvelimen ydin, jossa kernel käsittelee vain virtuaalikoneiden toiminnan sekä niiden resurssien hallinnan. ESX-palvelimen hallinta sekä käyttöjärjestelmän omat tai kolmansien osapuolien palvelut tarjoaa kernelin yhteydessä toimiva Console Operating System. Uudemmassa ESXissä nämä palvelut on tuotu suoraan kerneliin osittain ehkä siksi, että ESXissä lisäpalveluiden tulee olla digitaalisesti allekirjoitettu ja VMwaren hyväksymiä. ESXissä tarkkaa vian selvitystä ja diagnostiikkaa voidaan tehdä komentoriviltä (ESXi Shell). ESXi 4.1 -versiosta lähtien voidaan käyttöjärjestelmä integroida AD:hen käyttöoikeuksien määrittelyä varten, lisäksi paikalliset tunnukset ovat mahdollisia. Määritykset tehdään esimerkiksi Vspheren hallinnasta. Käyttöjärjestelmän asennus voidaan määrittää skriptien avulla, jolloin jokaista ESXi-palvelinta ei tarvitse asentaa ja määrittää käsin. ESXi 5.0 -virtuaalikoneiden hardware-tasot voidaan päivittää versioon 8, mikä mahdollistaa esimerkiksi USB 3.0 -tuen sekä enemmän prosessoritehoa virtuaalikoneelle 32 virtuaaliprosessorin tuen ansiosta. (VMware 2014b.)



Kuvio 4. Esxin rakenne. (Thegeekstuff 2010.)

### 3.4 Vmware vsphere client

Vsphere on VMwaren valmistama ohjelma, jota kutsutaan pilvikäyttöjärjestelmäksi. Vsphere sisältää kaikki virtualisointiin tarvittavat toiminnot ja ohjelmat. Ohjelma sallii käyttäjän rakentaa oman sisäisen pilvitilansa. Vspheren päällä voi ajaa useita virtuaalikoneita, jotka jakavat keskenään järjestelmän resurssit. (VMware 2014a.)

### 3.5 Windows server 2008 r2

Windows Server 2008 on Microsoftin Windows Server -tuoteperheen toiseksi uusin palvelinjakelu. Jakelu rakentuu samalle Windows NT 6 -sarjan käyttöjärjestelmälle kuin Windows Vista ja Windows 7, eli se sisältää samat arkkitehtuuriset uudistukset ja toiminnalliset parannukset. Huomattavin uusi yksittäinen parannus edelliseen versioon on Server Core -teknologia. (Microsoft 2014.)



Kuvio 5. Windows server 2008 -logo. (Microsoft 2014.)

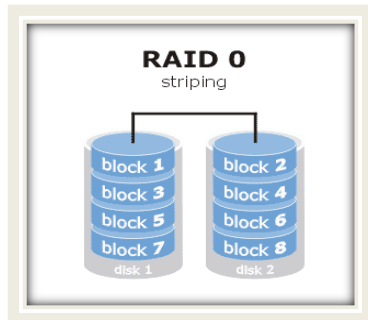
### 3.6 RAID

RAID on tekniikka, jolla tietokoneiden vikasietoisuutta tai nopeutta kasvatetaan käyttämällä useita erillisiä kiintolevyjä, jotka yhdistetään yhdeksi loogiseksi levyksi. RAID-tekniikkaa käytetään etenkin siellä, missä levyjen vasteajat tai virheettömyys ovat tärkeitä, kuten levy- ja tietokantapalvelimissa. (SNIA 2009.)

Tekniikkaa voidaan soveltaa useilla eri tavoilla, joista seuraavat ovat tavallisimmat. Käytössä on N kappaletta C-kokoisia levyjä.

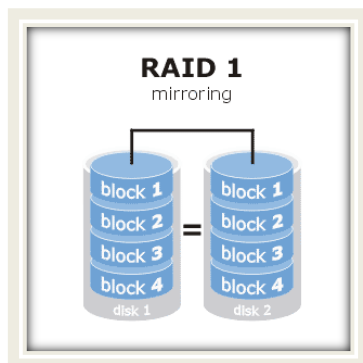
- **RAID0** eli lomitus (striping) yhdistää levyt yhdeksi loogiseksi tallennustilaksi, jonka kapasiteetti on  $N \times C$ , ja yhteen levyyn verrattuna luku- ja kirjoitus-

nopeus on N-kertainen. Data kirjoitetaan lomitettuna, eli se jakautuu tasaisesti kaikille levyille. Mikäli levyt ovat erikokoisia, kokonaiskapasiteetti on  $N \times$  pienimmän levyn koko. Jos RAID0-pakasta yksikin levy hajoaa, menetetään koko pakan kaikki data. (SNIA 2009.)



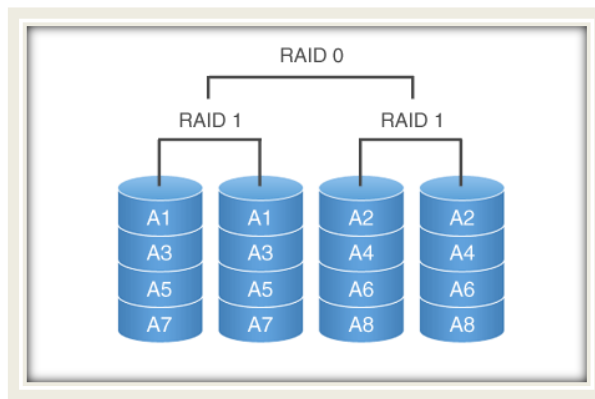
Kuvio 6. Raid 0. (SNIA 2009.)

- **RAID1** eli peilaus (mirroring) tallentaa saman datan kahdelle tai useammalle erilliselle levyille, jolloin data säilyy vaikka toinen levyistä hajoaa. Periaatteessa tekniikka myös kaksinkertaistaa lukunopeuden. (SNIA 2009.)



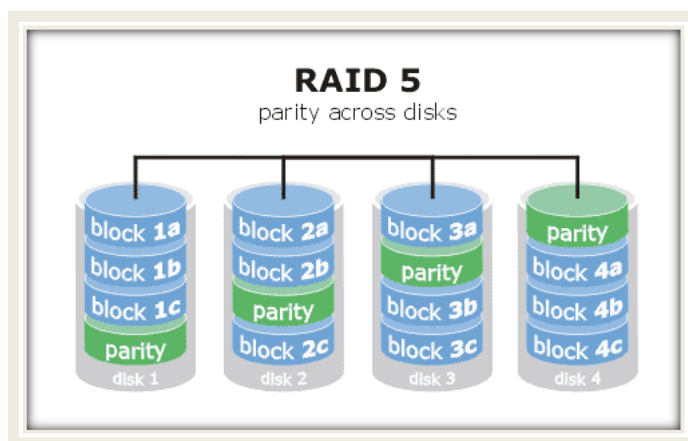
Kuvio 7. Raid 1. (SNIA 2009.)

- **RAID10 (1+0)** yhdistää lomituksen ja peilauksen, jolloin sekä nopeus että vikasietoisuus paranevat. Data on palautettavissa, jos jokaisessa peilissä on ehjä levy. (SNIA 2009.)



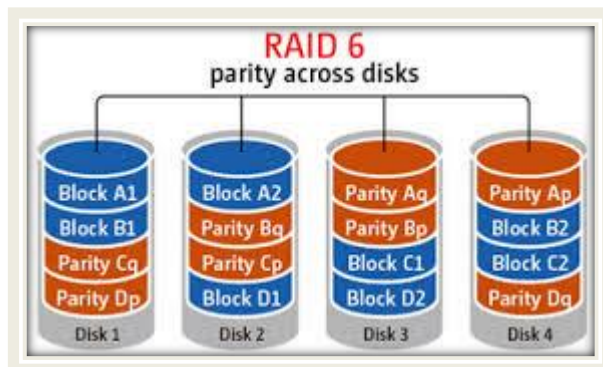
Kuvio 8. Raid 10. (SNIA 2009.)

- **RAID5** tarjoaa  $C \times (N - 1)$  -kokoisen kapasiteetin. Yhden levyn kapasiteetti käytetään kaikille levyille hajautetun pariteettidatan tallentamiseen. Pakkaa voidaan käyttää myös ilman pariteettidatalevyä, mutta tällöin menetetään vikasietoisuus: normaalissa RAID5-pakassa dataa ei menetetä, vaikka mikä tahansa yksittäinen levy hajoaa. Jos pakasta hajoaa enemmän kuin yksi levy, menetetään pakan kaikki data. RAID5 kasvattaa luku- ja kirjoitusnopeutta verrattuna yksittäiseen levyyn, mutta vaatii pariteettilaskennan vuoksi myös paljon laskentatehoa. (SNIA 2009.)



Kuvio 9. Raid 5. (SNIA 2009.)

- **RAID6** toimii kuten RAID5, mutta sisältää enemmän pariteettidataa. RAID6-pakasta voi hajota kaksi levyä ilman, että dataa menetetään. (SNIA 2009.)



Kuvio 10. Raid 6. (SNIA 2009.)

## 4 VIRTUAALIYMPÄRISTÖN LUOMINEN

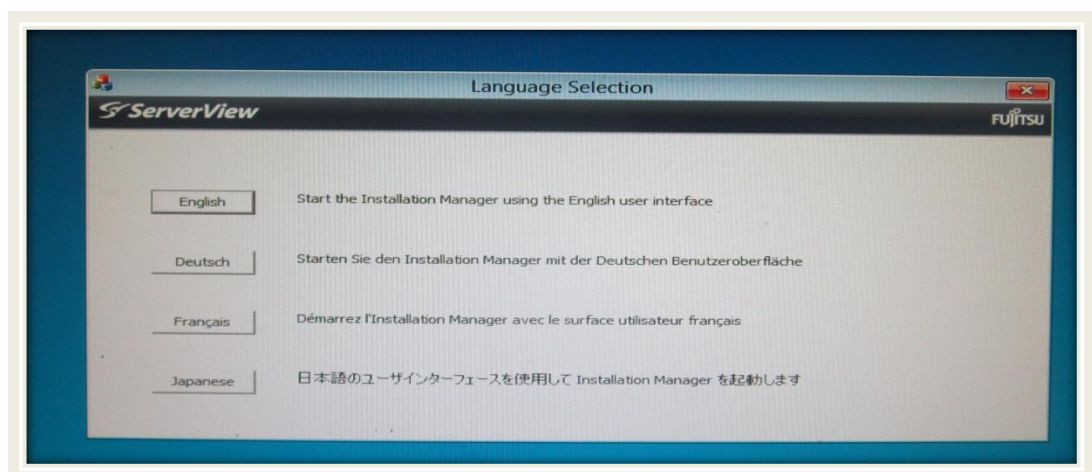
### 4.1 Lyhyesti

Tarkoituksena oli luoda virtuaalinen työympäristö, joka toimisi Fujitsu primergy rx200 s7 -kehikkopalvelimen kautta. Aluksi luotiin Fujitsu serverview suiten avulla looginen asema, jonne palvelinsovellus asennetaan. Seuraavaksi asennettiin palvelimelle ESXi 5.5, joka käsittelee virtuaalikoneiden toiminnan. Tämän jälkeen etäkoneelle asennettiin Vsphere client, joka mahdollisti virtuaalikoneiden lisäämisen ja hallitsemisen pilviyhteyden kautta.

### 4.2 Loogisen aseman luominen

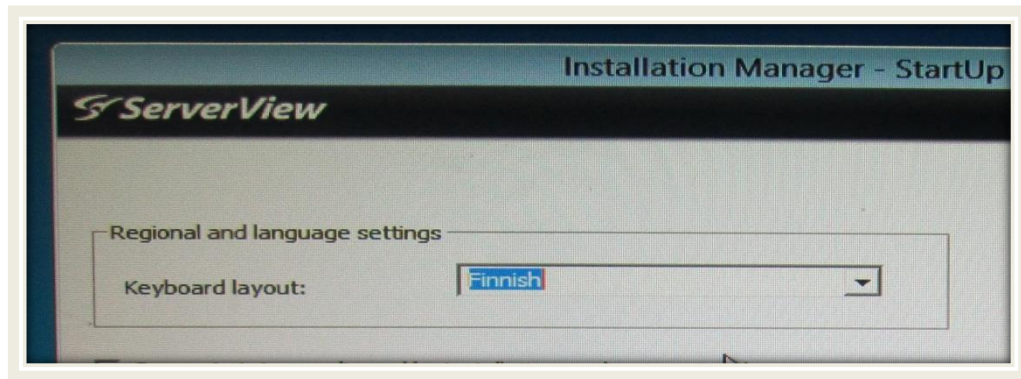
Virtuaaliympäristön rakentaminen aloitettiin luomalla kiintolevyistä yksi looginen asema. Tässä tapauksessa päädyin RAID-10 -tekniikkaan, koska haluttiin saada käytössä olevista neljästä kovalevystä kaikki mahdollinen teho. RAID-10 -tekniikan avulla loogisesta asemasta tulee nopeampi ja vikasietoisempi. Loogisen aseman luominen tapahtui Fujitsun serverview suiten avulla.

Ensimmäisenä valittiin asennusohjelman sekä näppäimistön kieliasetukset.



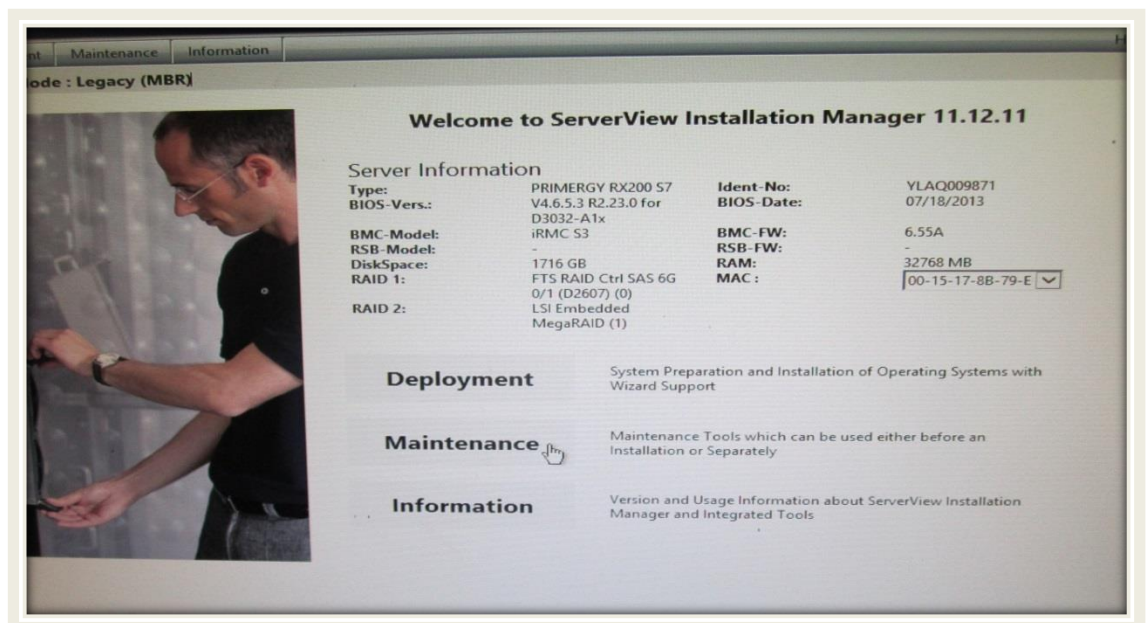
Kuvio 11. Serverview, kielivalikko.





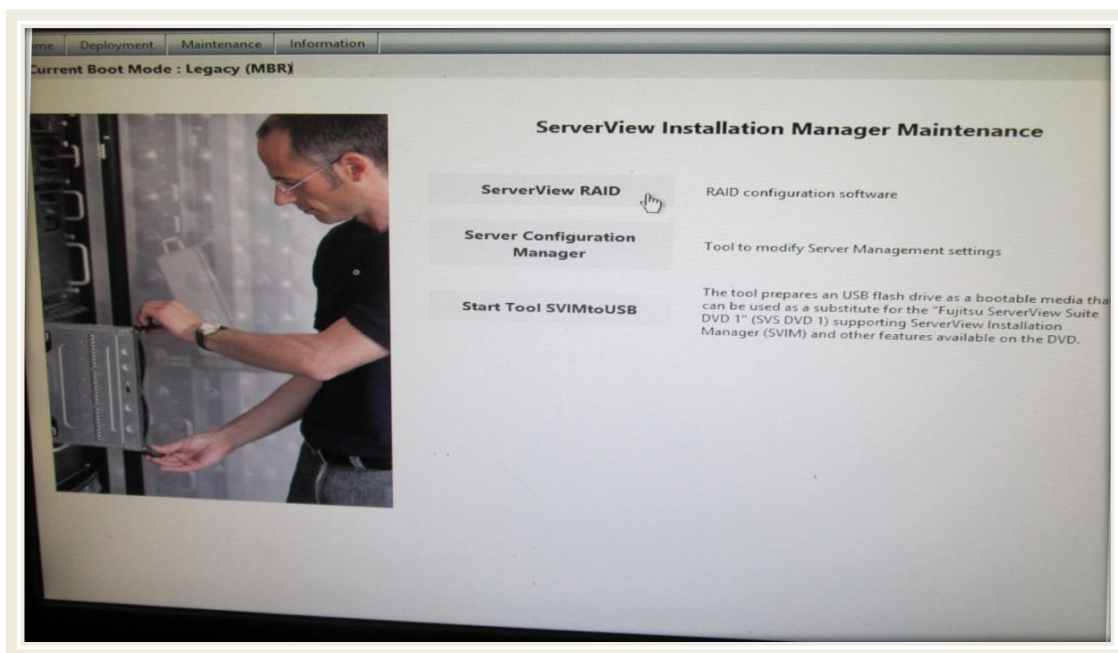
Kuvio 12. Näppäimistön kieliasetukset.

Seuraavana avautuu serverview suiten päävalikko. Päävalikon kautta pääsisi asentamaan palvelimen asetuksia ohjeistetusti tai tutkimaan tietoja serverview suiteista, mutta tässä työssä mentiin suoraan ylläpitoasetuksiin.



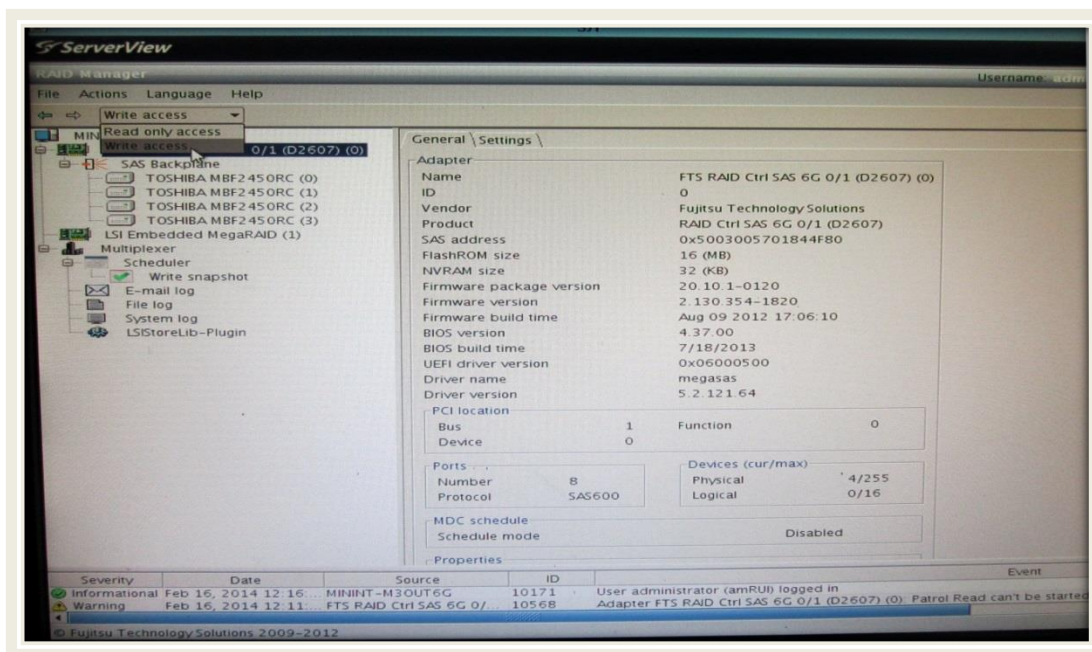
Kuvio 13. Serverview installation manager.

Tämän jälkeen valittiin ServerView RAID -valikko, josta päästiin muokkaamaan RAID -asetuksia.



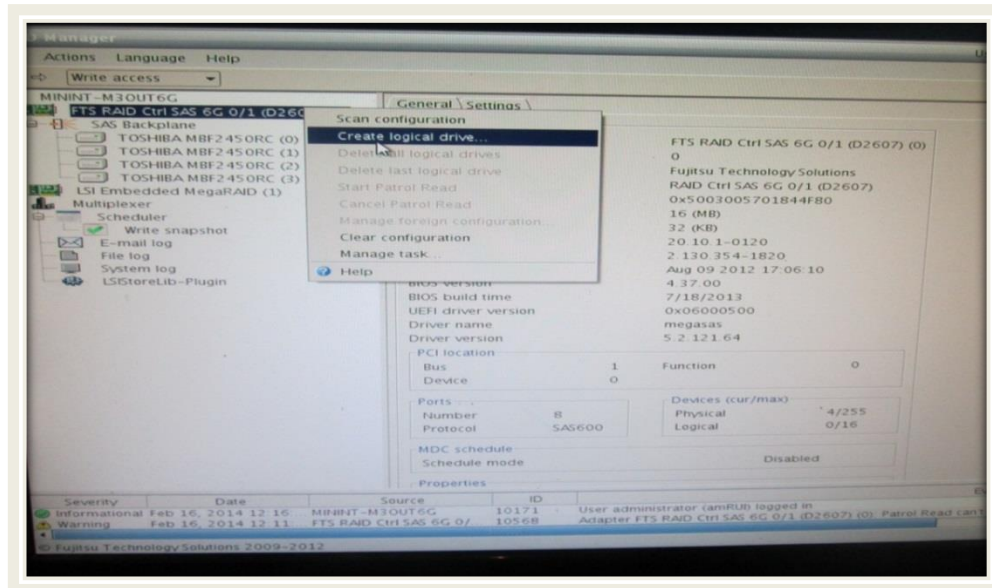
Kuvio 14. ServerView installation manager maintenance.

RAID manager-valikosta näkee laitteistossa käytössä olevien kiintolevyjen adapterien sekä kiintolevyjen tiedot. Tässä vaiheessa piti muistaa vaihtaa kirjoitusoikeus päälle, koska muuten kiintolevyjä ei pääse muokkaamaan.



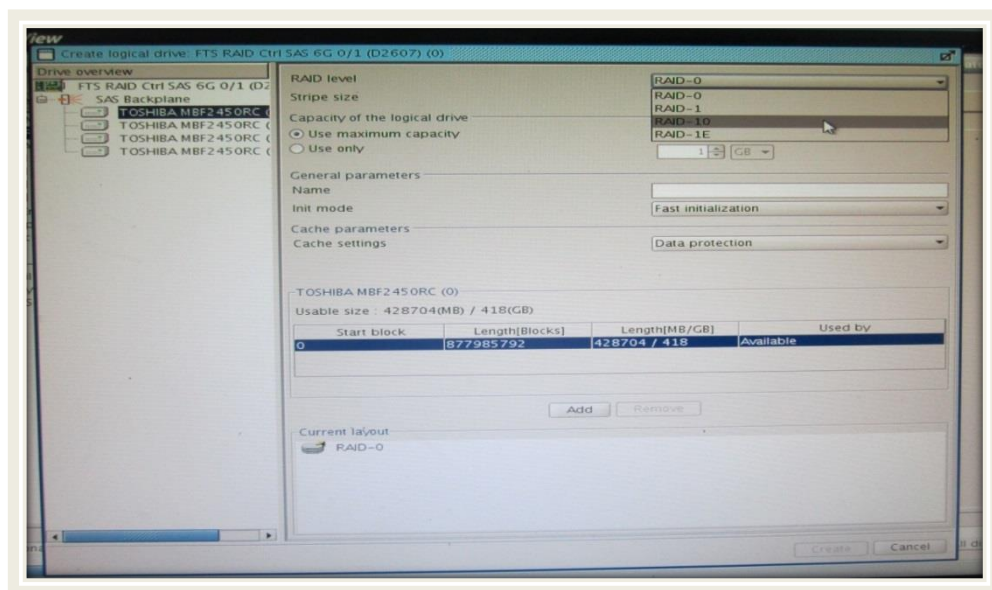
Kuvio 15. RAID Manager.

Tämän jälkeen jatkettiin valitsemalla Create logical drive -komento, joka löytyy FTS RAID -kiintolevyadapterin alta.



Kuvio 16. Loogisen aseman luonnin aloitus.

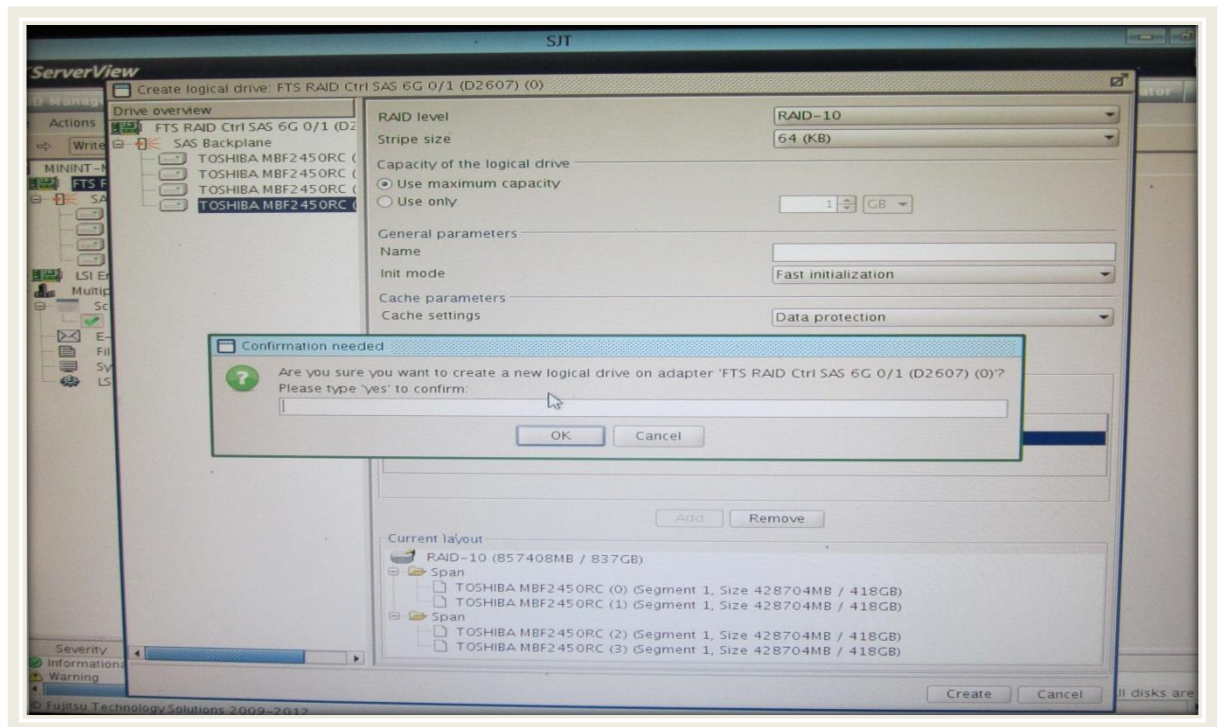
Seuraavaksi valittiin mikä RAID -tekniikka loogiselle levyille luotaisiin. Tässä tapauksessa valittiin RAID-10. Kun haluttu RAID -tekniikka oli valittu, lisättiin kiintolevyt, joille looginen asema luotiin.



Kuvio 17. Loogisen aseman luonti.

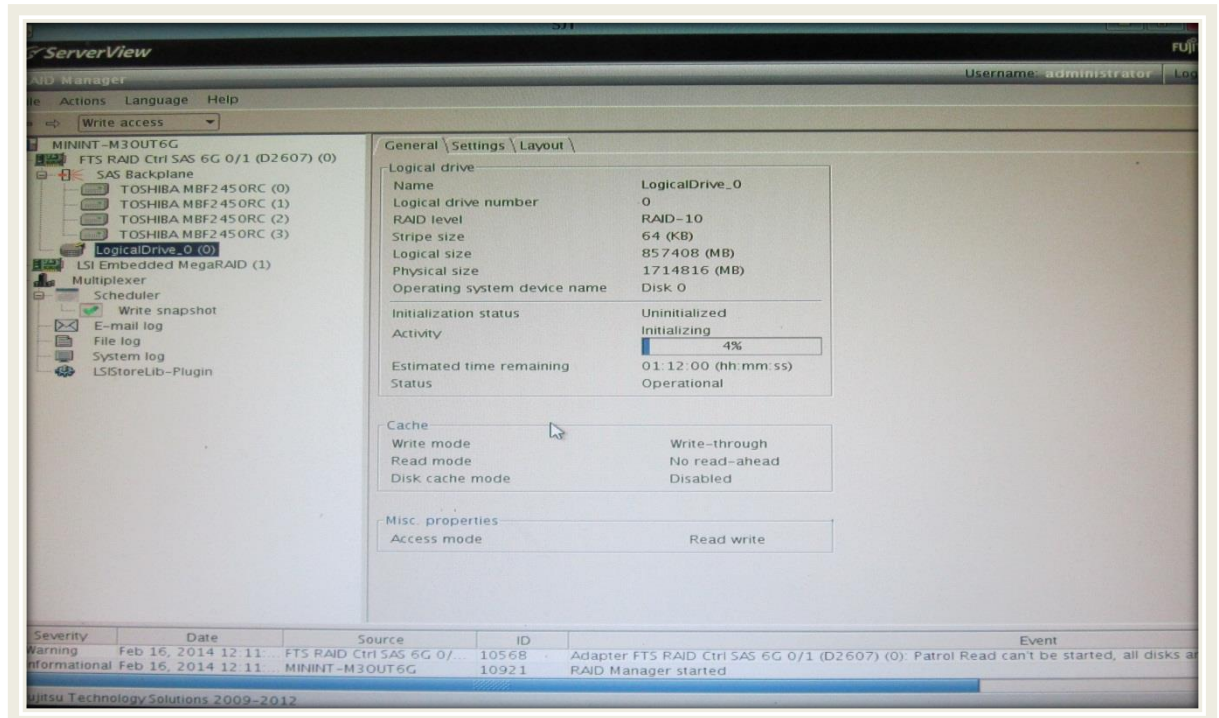


Kuvasta näkee, että kiintolevyt ovat RAID10 -tekniikan mukaan lomitettu ja peilattu. Loogisen aseman kooksi tuli 837 gigabittiä. Tämän jälkeen hyväksyttiin loogisen aseman asetukset.



Kuvio 18. Loogisen aseman hyväksyminen.

Seuraavaksi looginen asema piti vielä alustaa. Alustaminen vie laitteistosta riippuen aikaa. Tässä tapauksessa alustaminen kesti yli tunnin. Alustamisen aikana Primergy -palvelimen kiintolevyjen ledit alkoivat lataamisen merkiksi vilkuttaa.

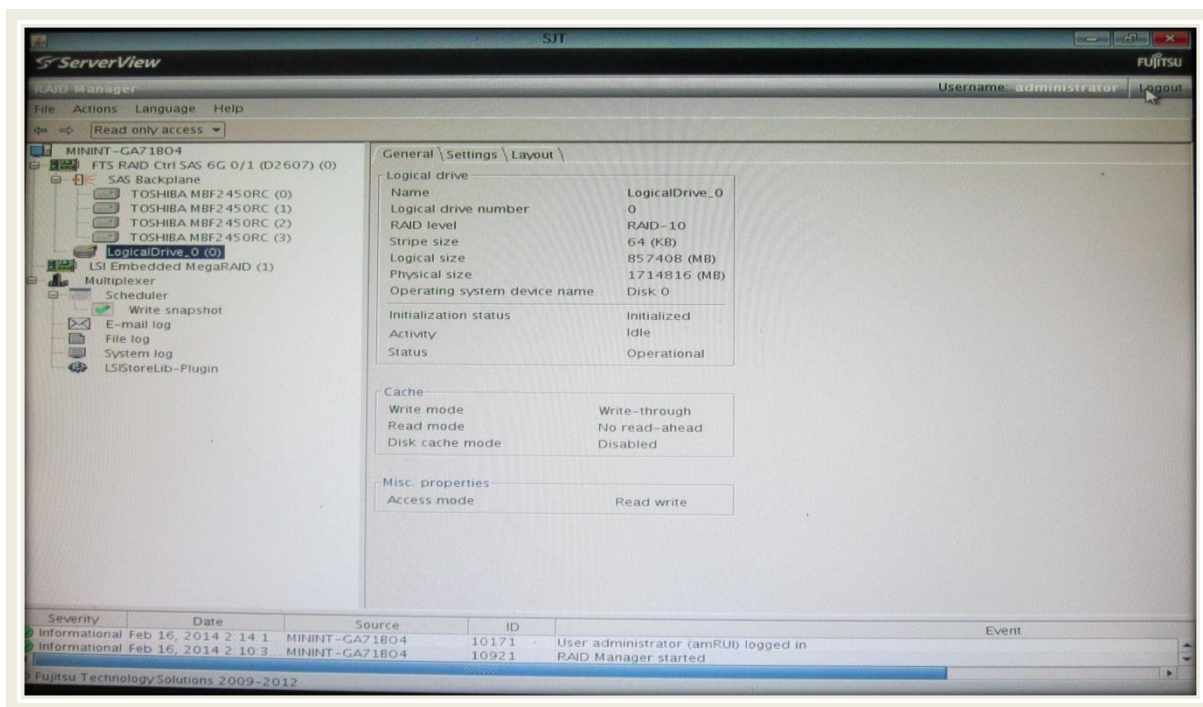


Kuvio 19. Loogisen aseman alustaminen.

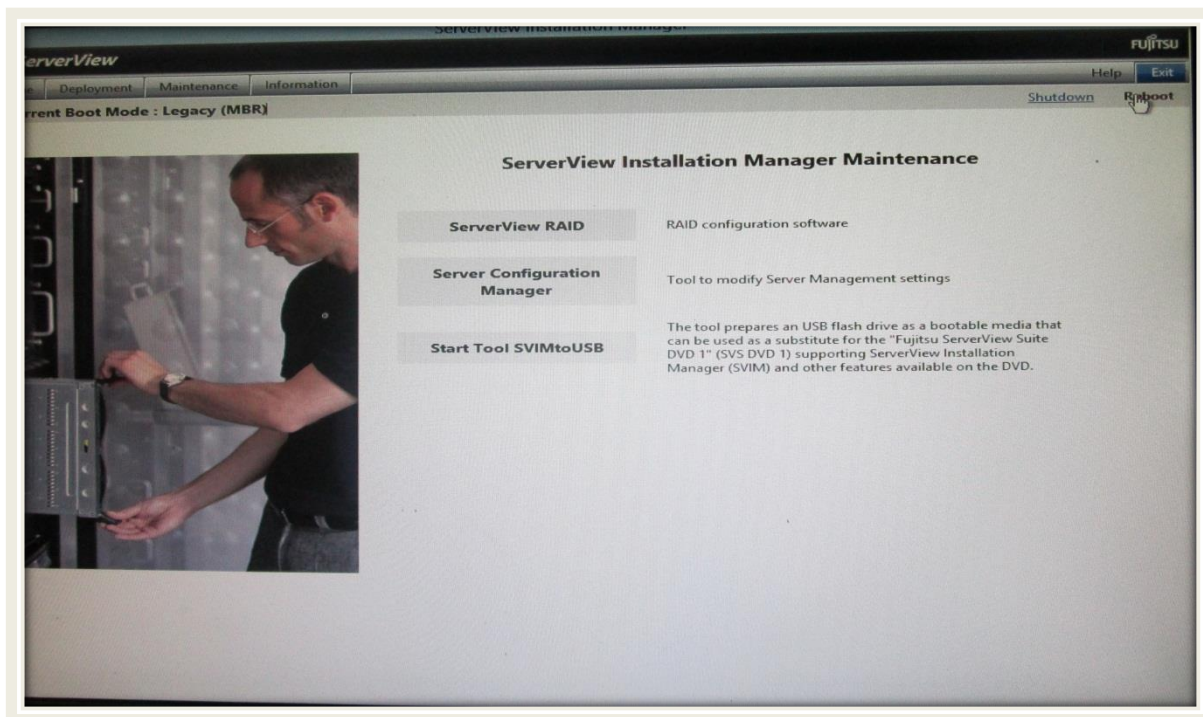


Kuvio 20. Kiintolevyjen ledit.

Kun looginen asema oli alustettu, jäljellä oli vain uloskirjautuminen ja palvelimen uudelleen käynnistys.



Kuvio 21. Valmis looginen asema.



Kuvio 22. Serverview, uudelleenkäynnistys.

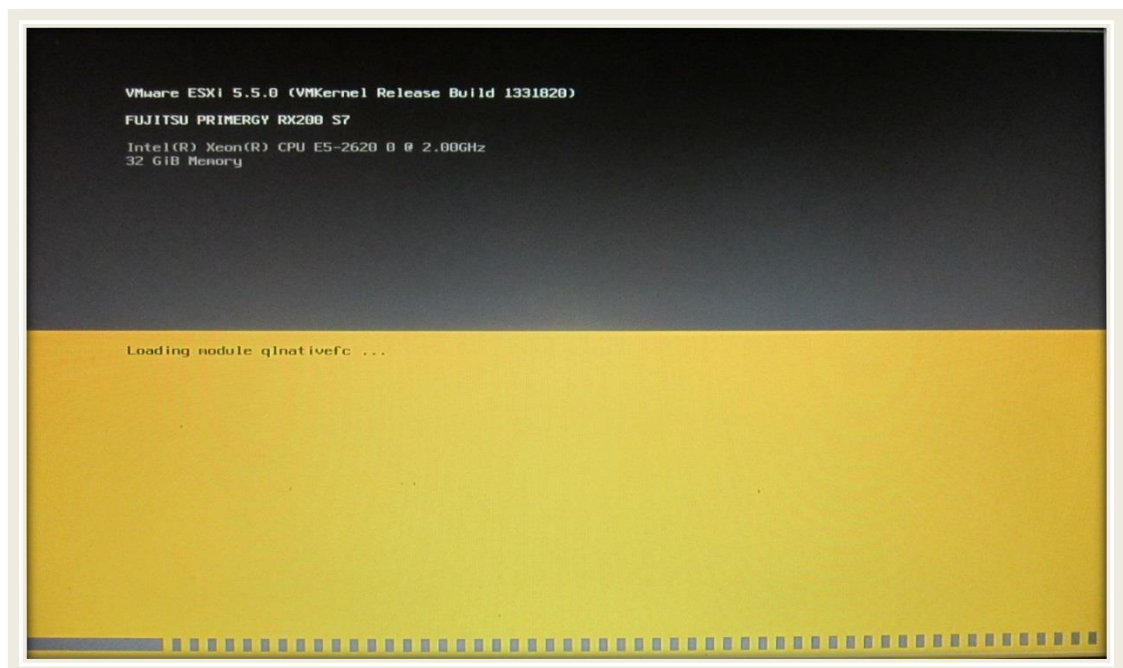


### 4.3 Esxi 5.5:n asentaminen

Virtuaaliympäristön rakentamista jatkettiin asentamalla VMwaren ESXi 5.5.0. Ensimmäisenä annettiin käynnistys tapahtua asennuslevyltä. Tämän jälkeen asennus latsi tiedostoja.

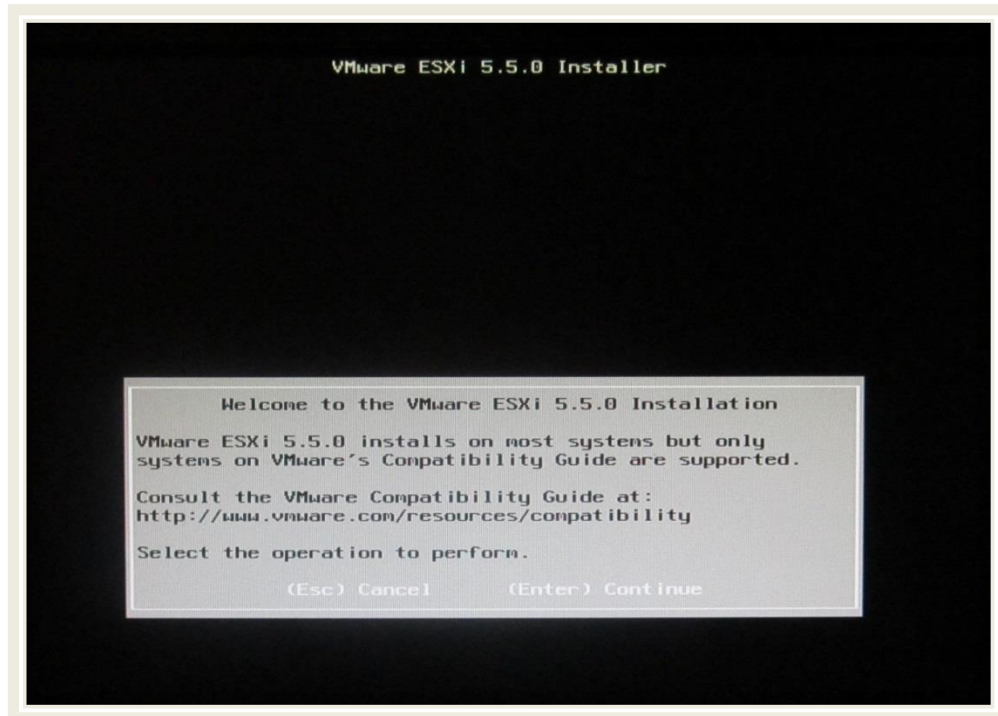


Kuvio 23. WMware ESXi 5.5.0:n käynnistys.

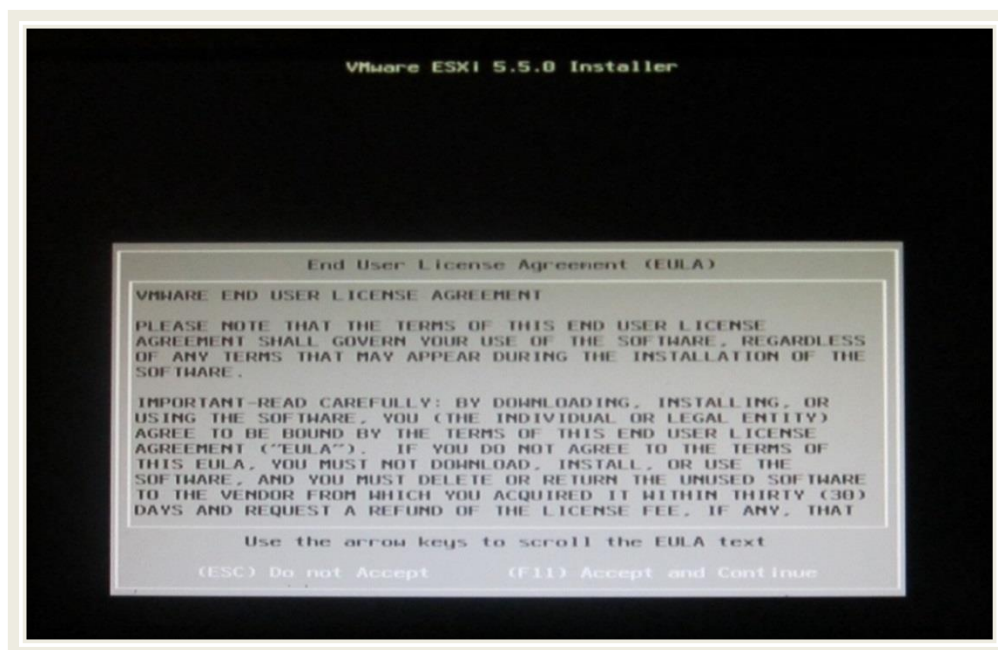


Kuvio 24. WMware ESXi 5.5.0:n latausikkuna.

Seuraavaksi avautui tervetuloikkuna, jossa suositellaan tarkistamaan VMwaren sivuilta järjestelmän yhteensopivuus, jos se ei ole vielä selvillä. Käyttäjähdot on hyväksyttävä, jotta voidaan jatkaa eteenpäin.



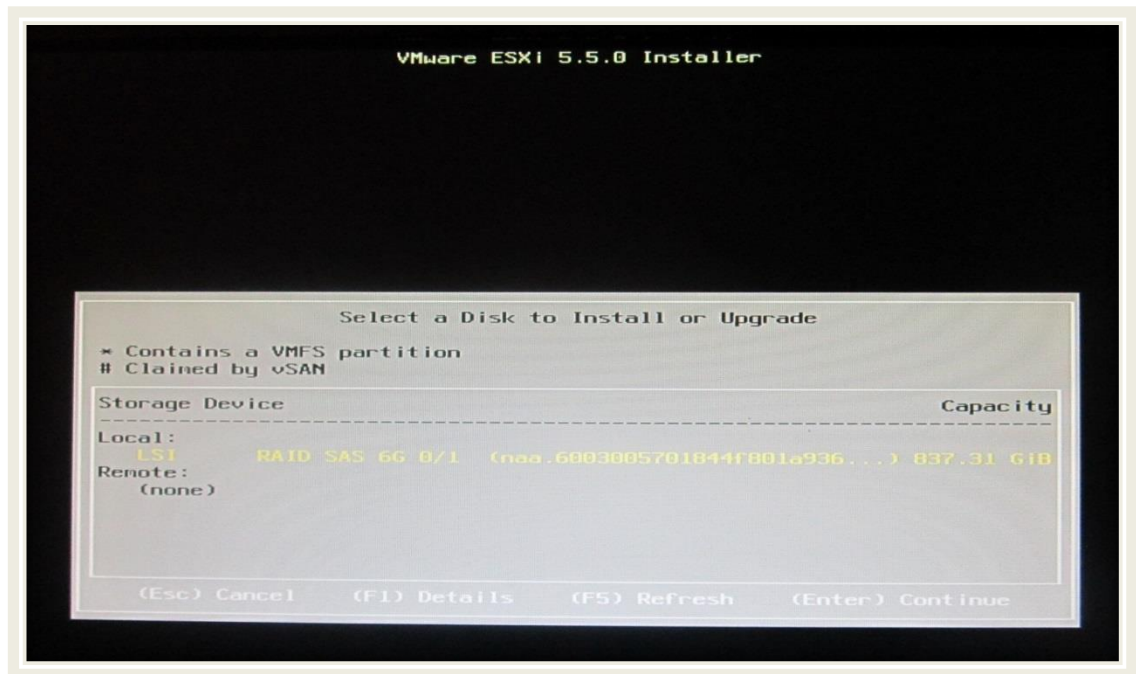
Kuvio 25. VMware ESXi 5.5.0:n asennus.



Kuvio 26. VMware ESXi 5.5.0 -käyttäjähdot.

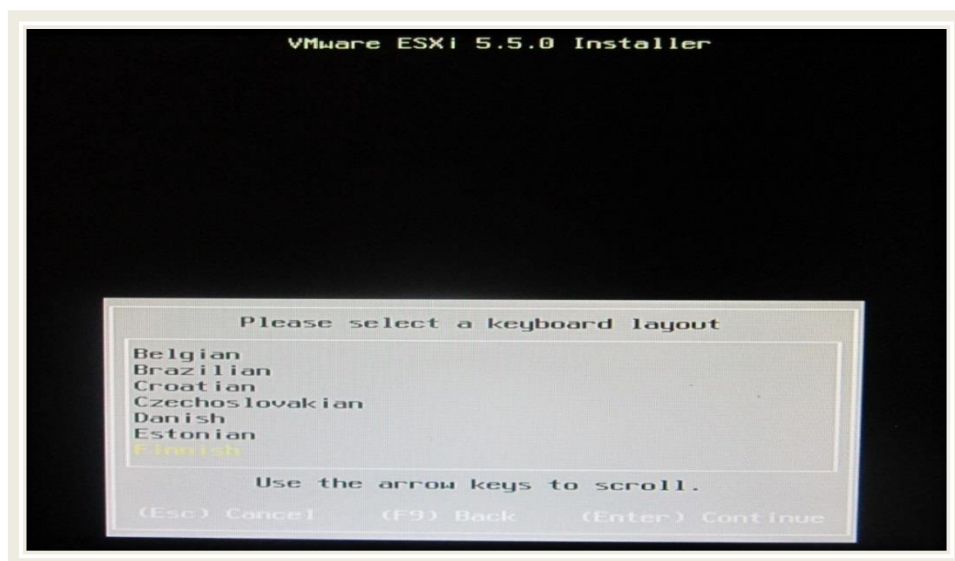


Käyttäjärehtojen jälkeen oli vuoro valita, minne ohjelma haluttiin asentaa. Aikaisemmin luotu looginen levy, oli nyt valittavissa vaihtoehtona. Asennusta jatkettiin valitsemalla kyseinen asema.



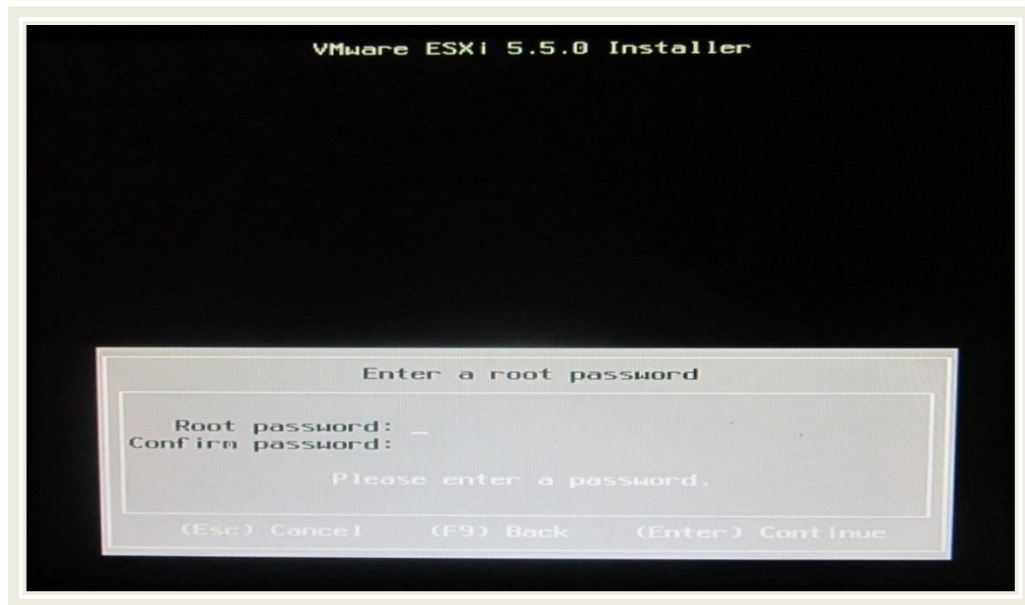
Kuvio 27. WMware ESXi 5.5.0 -tallennusaseman valinta.

Tallennusaseman valitsemisen jälkeen piti valita näppäimistön kieliasetukset.

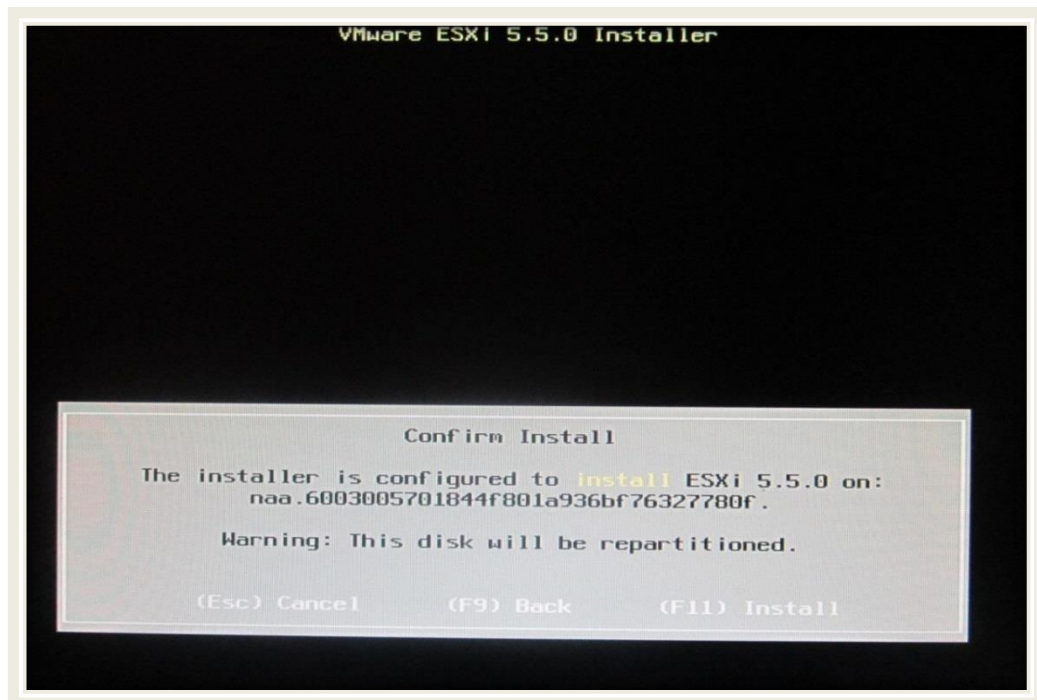


Kuvio 28. WMware ESXi 5.5.0 -näppäimistön kieliasetukset.

Seuraavaksi ohjelman pääkäyttäjälle piti määrittää salasana, jolla kirjautuminen tapahtuu. Salasanaa tarvittiin myöhemmin myös pilviohjelman kautta kirjautuessa. Tämän jälkeen kaikki määitykset oli valittu ja asennus voitiin aloittaa.

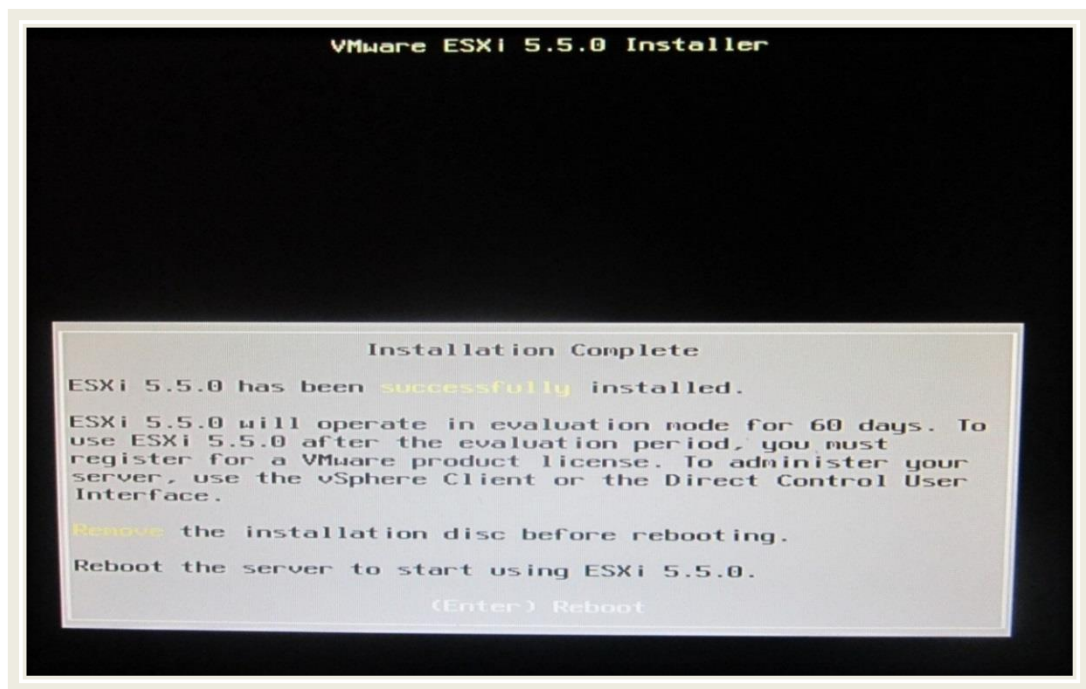


Kuvio 29. WMware ESXi 5.5.0:n root-salasanan määrittäminen.



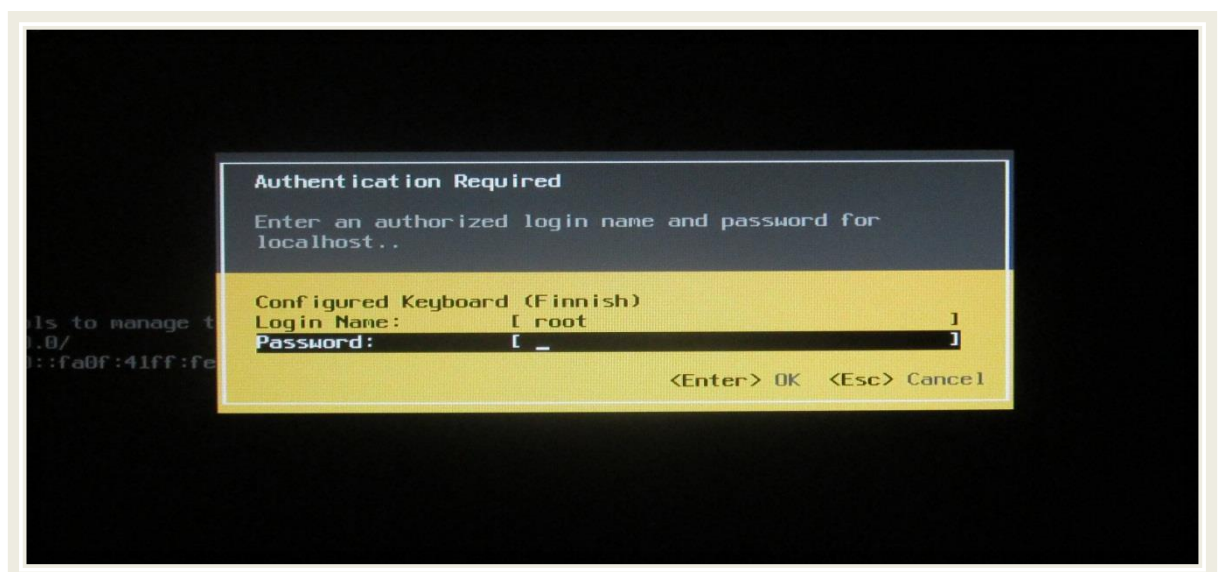
Kuvio 30. WMware ESXi 5.5.0 -asennuksen hyväksyminen.

Kun asennus oli suoritettu loppuun, piti vielä käynnistää järjestelmä uudelleen.



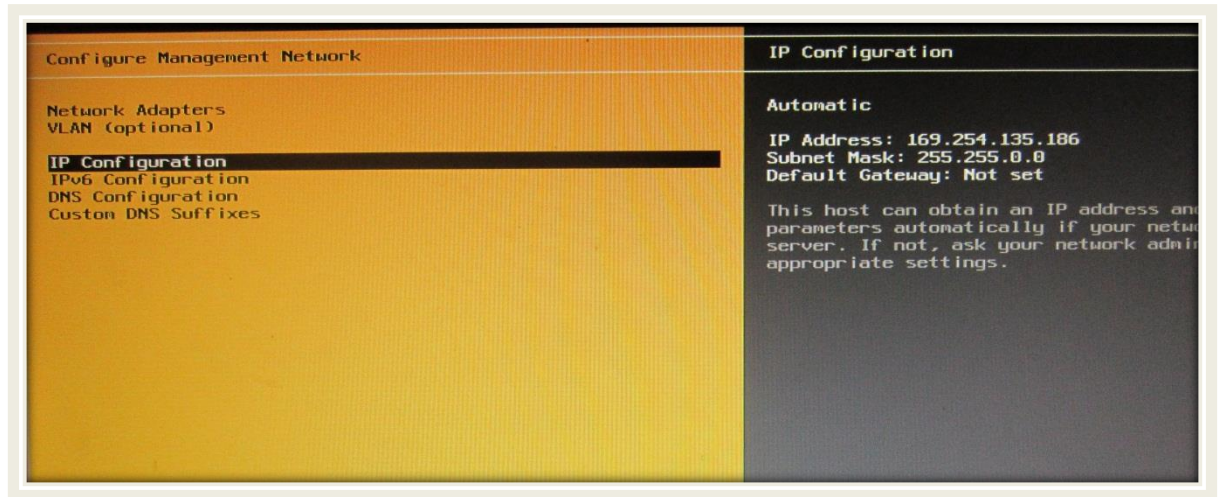
Kuvio 31. WMware ESXi 5.5.0 -asennus valmis.

Järjestelmän uudelleen käynnistytksen jälkeen ohjelmaan kirjaututaan asennuksessa määritellyllä salasanalla.



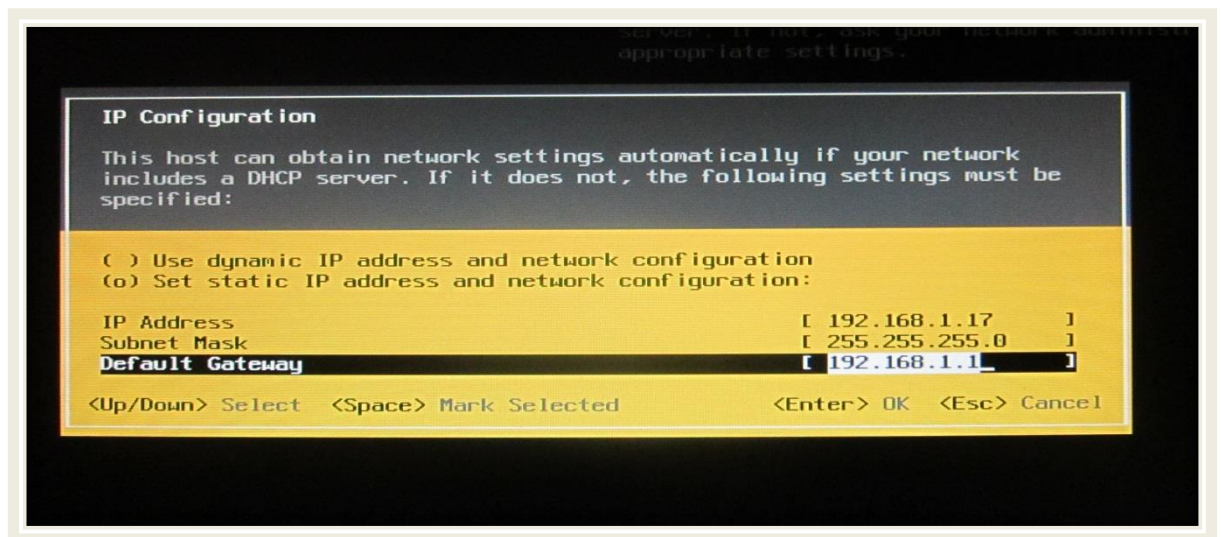
Kuvio 32. WMware ESXi 5.5.0 -kirjautuminen.

Kirjautumisen jälkeen tehtiin verkkoasetusten määritykset, jotta palvelimeen voi ottaa etäyhteyden.



Kuvio 33. VMware ESXi 5.5.0 -konfiguraatio.

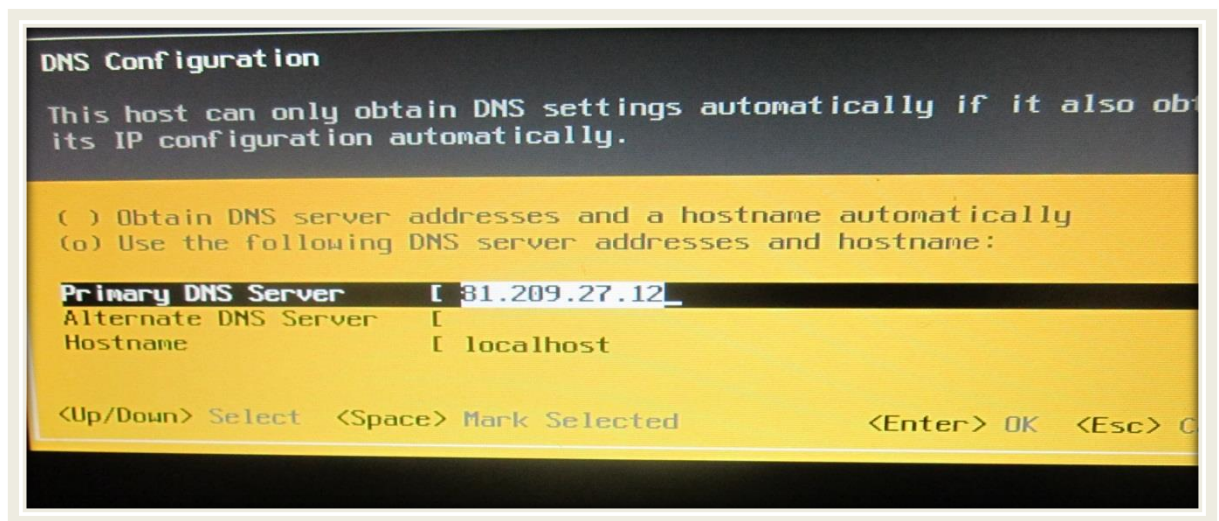
Ensimmäisenä määritettiin IP-asetukset. Käytännössä valittiin staattinen IP ja lisättiin IP-osoite, aliverkon peite ja oletusyhdykäytävä.



Kuvio 34. VMware ESXi 5.5.0 -IP-konfiguraatio.

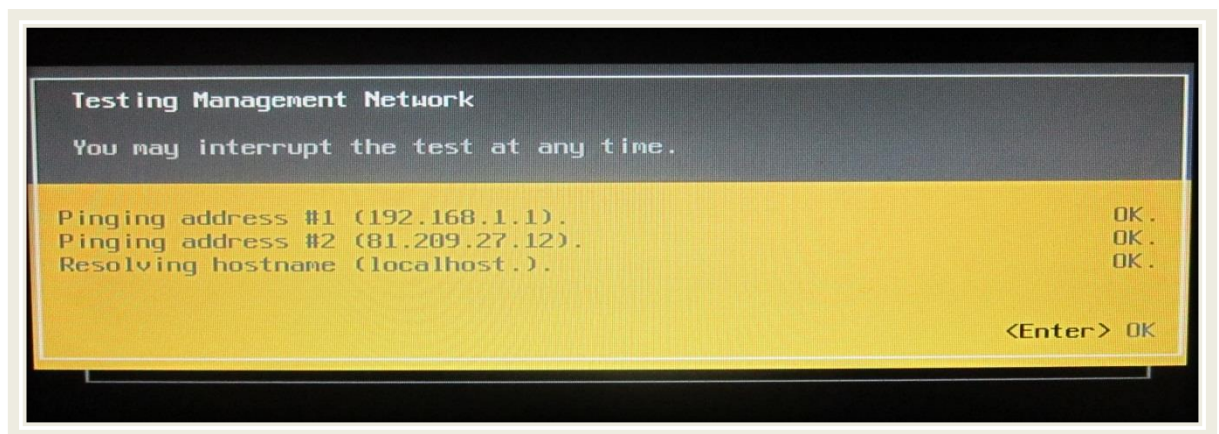


Seuraavaksi määritetään DNS-asetukset oikeiksi, annetaan verkko-osoite ja halutessa verkon nimi.



Kuvio 35. VMware ESXi 5.5.0 -DNS-konfiguraatio.

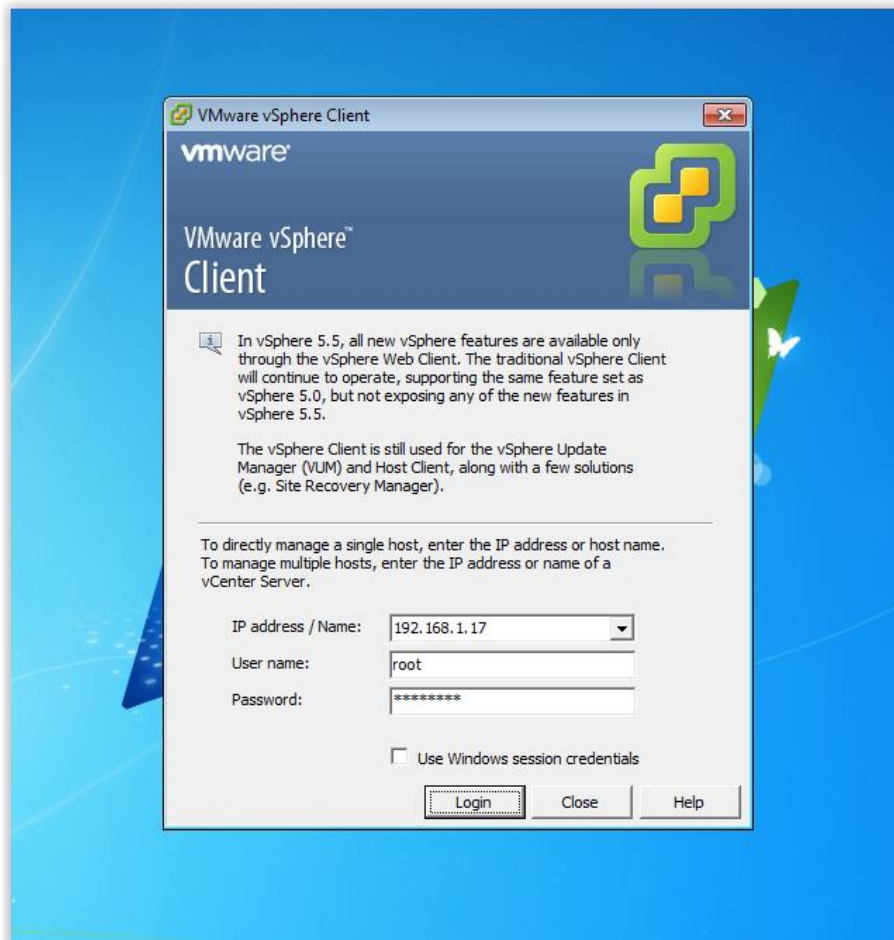
Lopuksi testataan verkon toimivuus, minkä jälkeen voidaan siirtyä seuraavaan vaiheeseen.



Kuvio 36. VMware ESXi 5.5.0, verkon testaus.

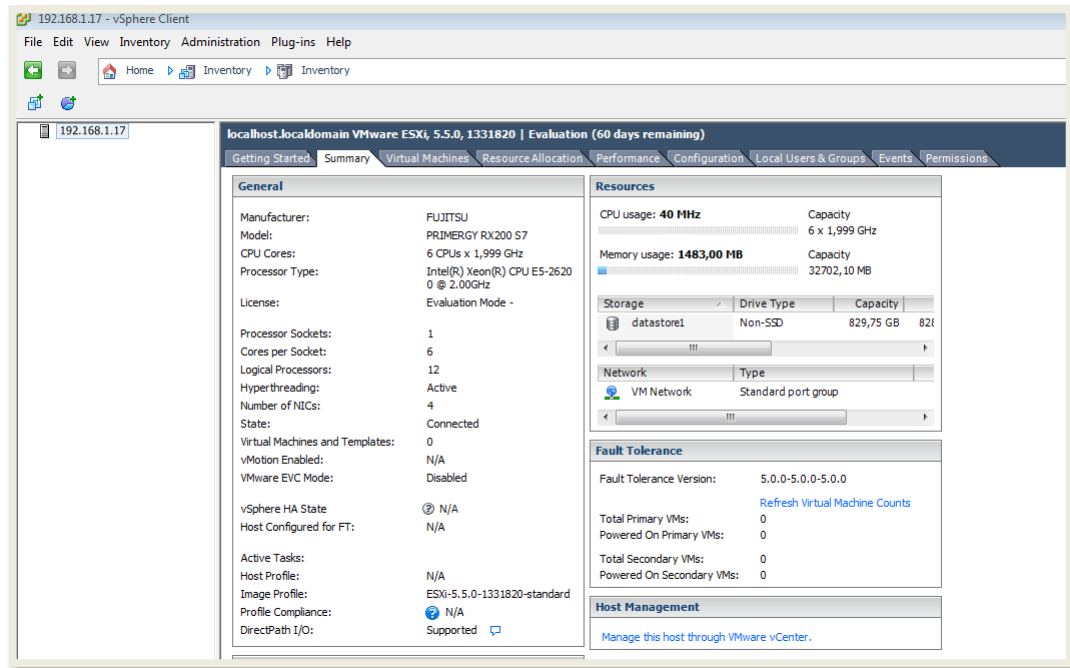
#### 4.4 VMware vsphere client

Seuraavassa vaiheessa siirryttiin hallitsemaan palvelinta etäkoneen kautta. Ensimmäisenä koneelle piti asentaa VMware vsphere client -etähallintasovellus. Sovelluksen asentamisen ja avaamisen jälkeen tulee alkukirjautumisruutu, johon piti syöttää ESXiin määritetty palvelimen IP-osoite sekä pääkäyttäjän salasana tiedot.



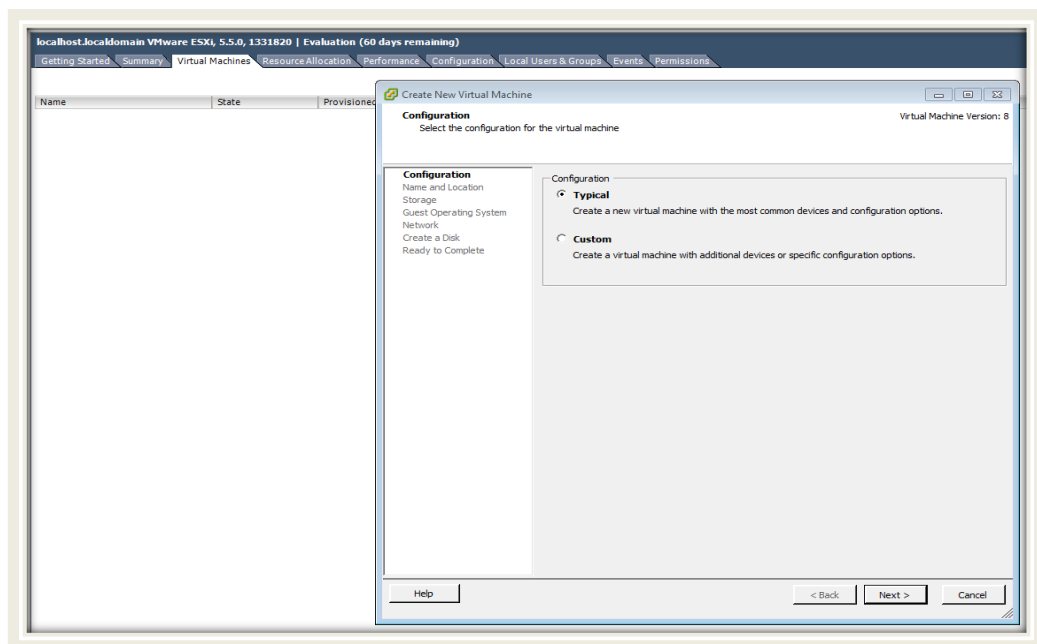
Kuvio 37. VMware vsphere client -kirjautumisikkuna.

Kirjautumisen jälkeen on mahdollista alkaa muokkaamaan palvelimen asetuksia. Ohjelman kautta nähdään esimerkiksi laitteistotiedot, käytössä olevat virtuaalikoneet, resurssienhallinta ja lokitiedot.



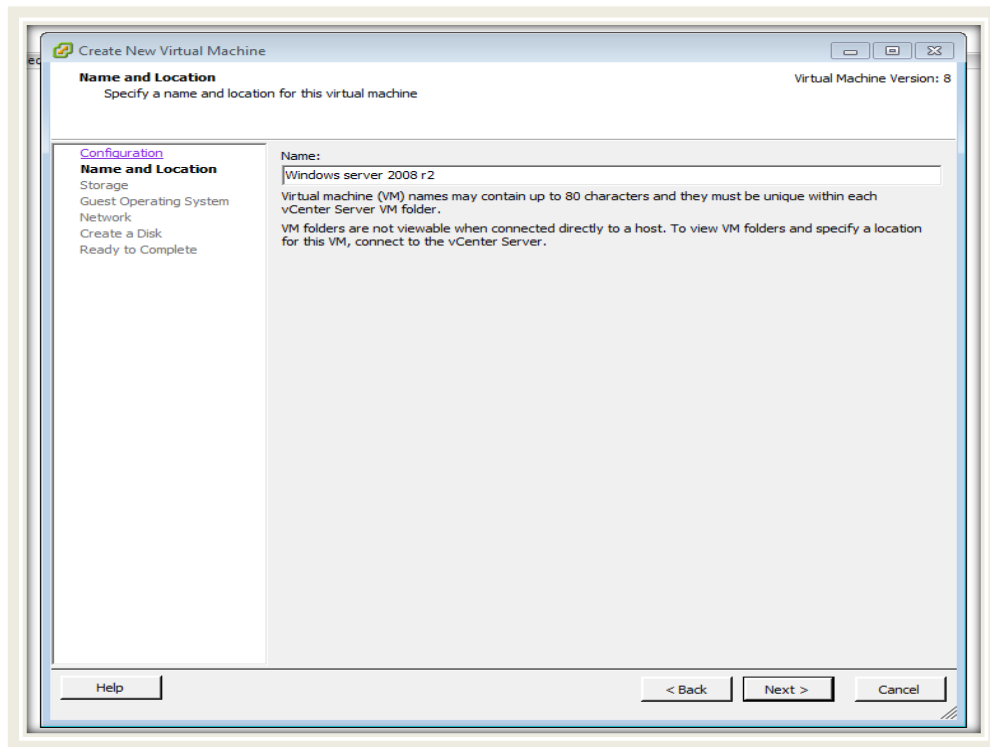
Kuvio 38. VMware vsphere client -palvelimen tiedot.

Seuraavaksi aloitettiin virtuaalikoneiden luonti. Tämä tapahtuu painamalla oikeaa hiiren painiketta Virtual Machines -välilehdellä ja valitsemalla Create New Virtual Machine -komento. Ensimmäisenä piti valita suoritetaanko asentaminen tyypillisillä tai muokatuilla perusasetuksilla.



Kuvio 39. VMware vsphere client, uuden virtuaalikoneen luominen.

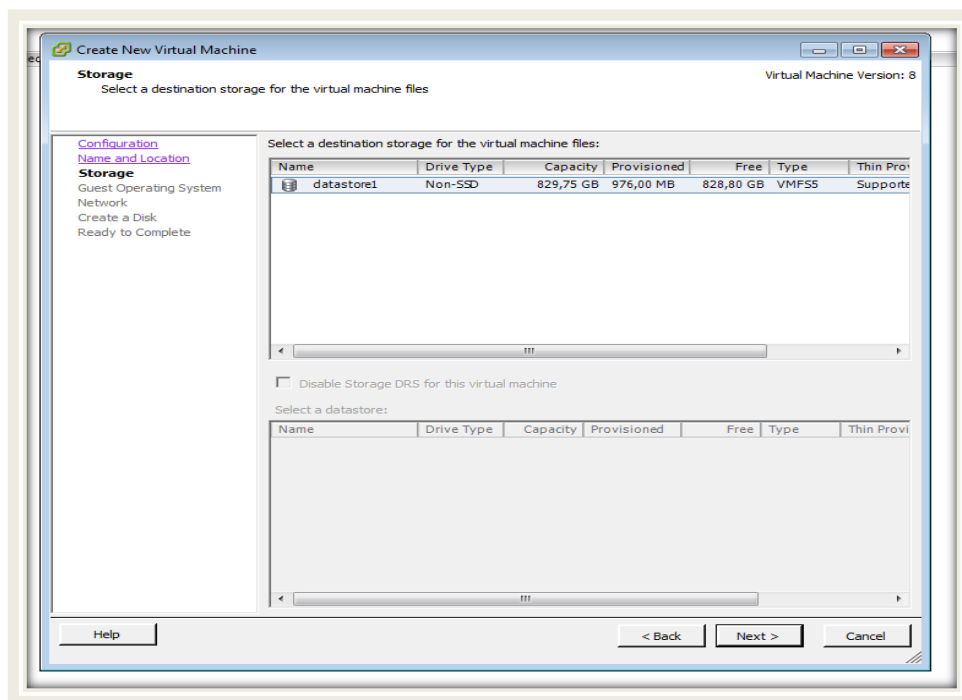
Tämän jälkeen virtuaalikoneelle piti määrittää nimi. Nimeksi kirjoitettiin Windows server 2008 r2, koska tämä palvelin oli tarkoitus asentaa myöhemmin tälle virtuaalikoneelle.



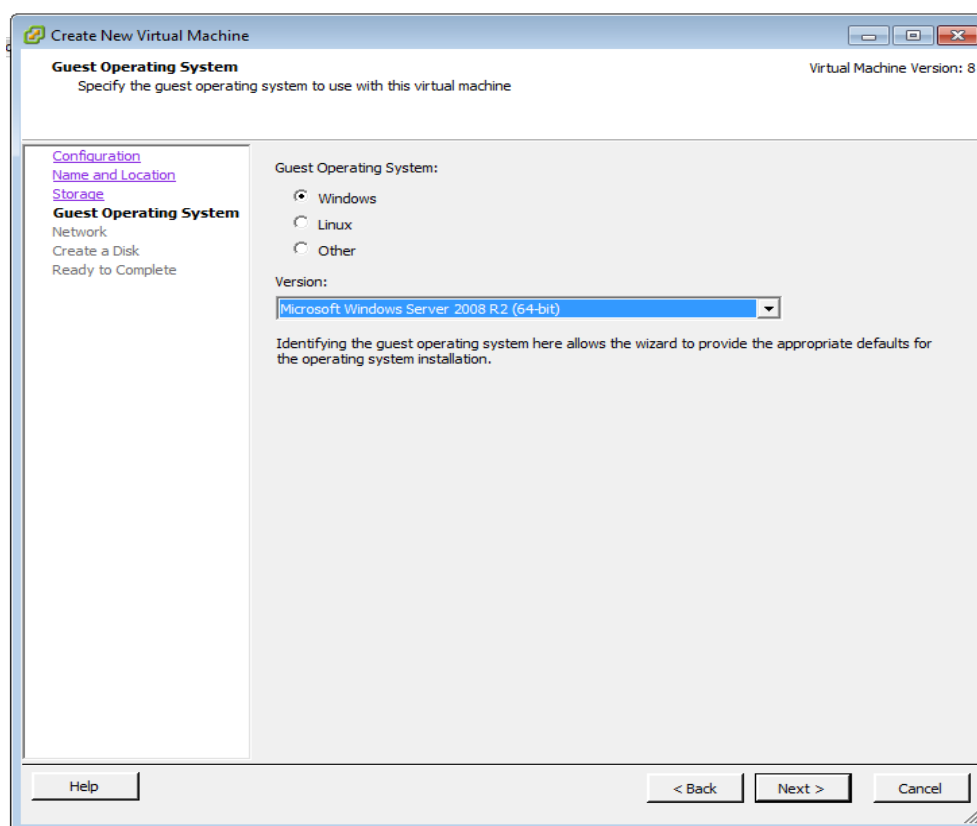
Kuvio 40. VMware vsphere client -virtuaalikoneen nimen valitseminen.

Seuraavassa vaiheessa valittiin, minne virtuaalikone haluttiin asentaa. Ainoana valintana on aikaisemmin luotu looginen levy. Kiintolevyn valinnan jälkeen voitiin määrittää valikosta, mikä käyttöjärjestelmä oltiin aikeissa asentaa virtuaalikoneelle. Näin ohjelma voi valmiiksi jakaa järjestelmästä tarvittavat oletustehot kyseiselle virtuaalikoneelle. Jos ensimmäisessä vaiheessa olisi valittu muokattavat asetukset, olisi resurssit voitu itse määrittää halutuiksi.



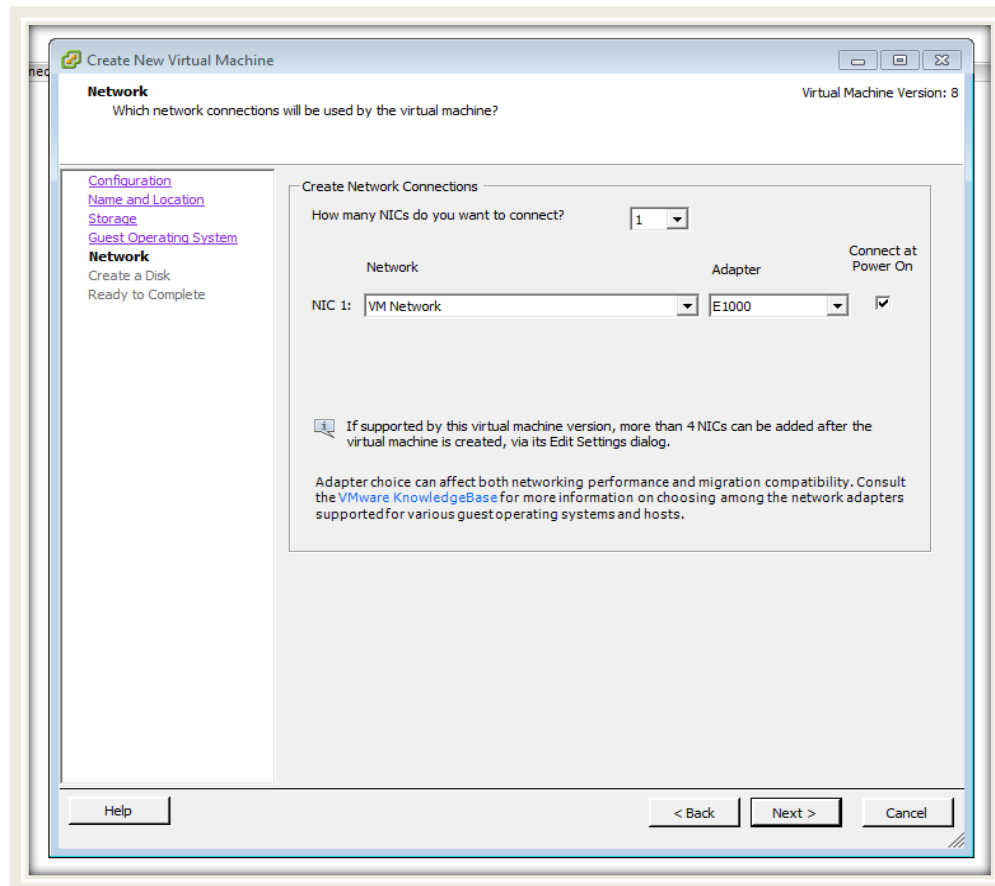


Kuvio 41. VMware vsphere client -virtuaalikoneen tallennuspaikka.

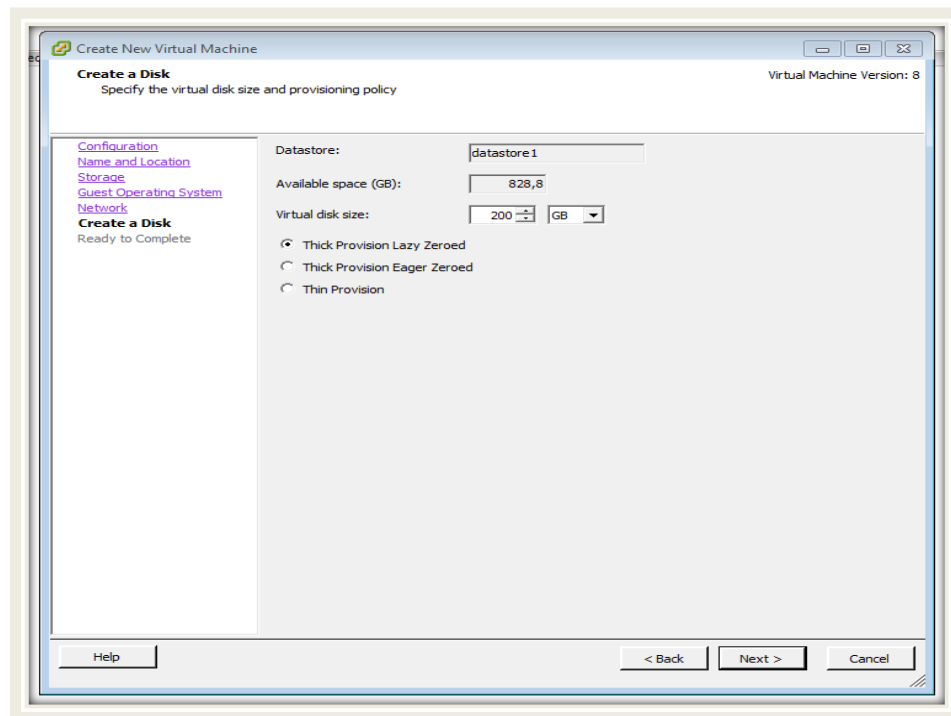


Kuvio 42. VMware vsphere client, valittava käyttöjärjestelmä.

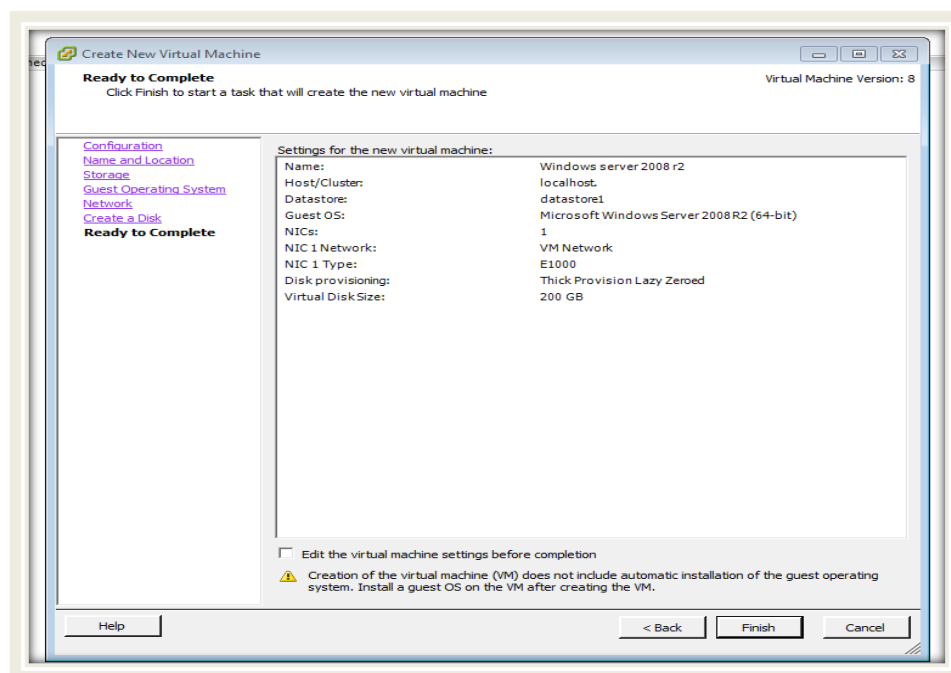
Seuraavana olivat vuorossa virtuaalikoneen verkkoasetukset. Tähän valittiin oletusasetukset ja jatkettiin eteenpäin. Tämän jälkeen piti määrittää, kuinka paljon loogiselta levyltä haluttiin antaa tallennustilaa virtuaalikoneelle. Tässä tapauksessa asetettiin 200 gigabittiä. Seuraavassa valikossa valinnat vielä varmistettiin.



Kuvio 43. VMware vsphere client -virtuaalikoneen verkko.

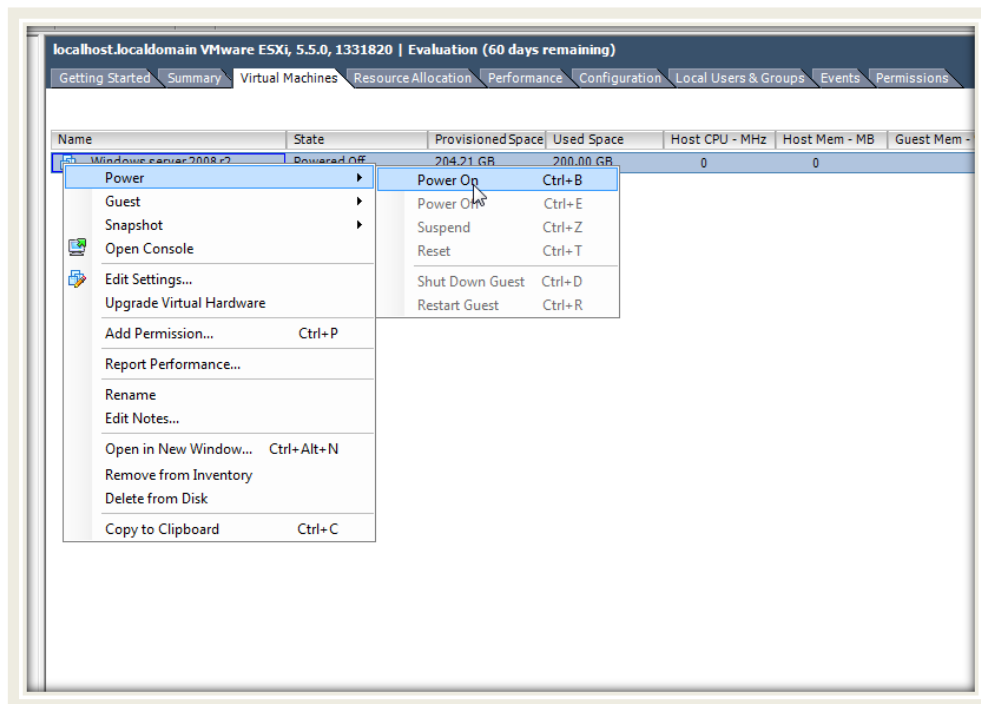


Kuvio 44. VMware vsphere client -virtuaalikoneen tallennustila.



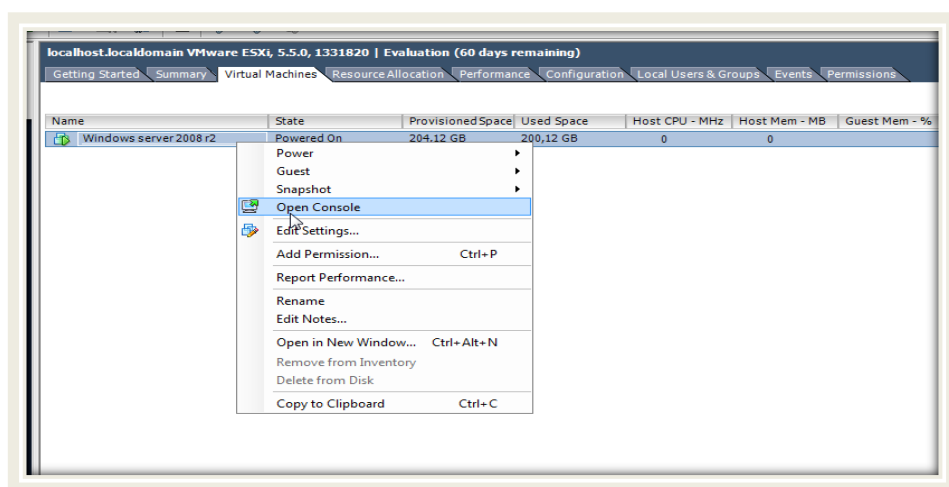
Kuvio 45. VMware vsphere client -yhteenveto

Kun virtuaalikoneen asetukset oli saatu määritettyä, oli aika käynnistää virtuaalikone. Tämä tapahtuu virtuaalikoneen Power -valikosta kuvan 45 mukaisesti.



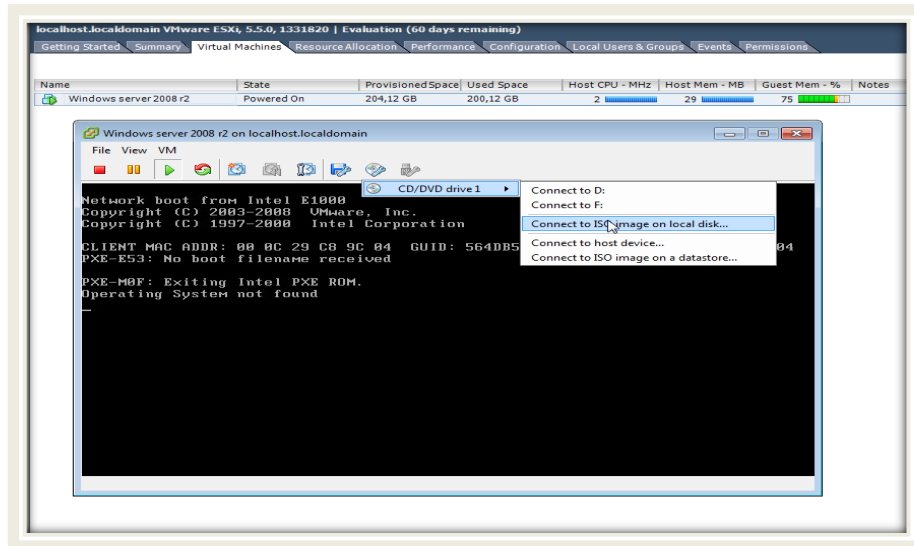
Kuvio 46. VMware vsphere client -virtuaalikoneen käynnistäminen.

Seuraavaksi avataan Open Console -ikkuna, jonka avulla virtuaalikonetta käytännössä pystytään käyttämään. Konsolista nähdäänkin ensimmäisenä, että käyttöjärjestelmää ei ole vielä asennettu. CD-levy-kuvakkeen kautta pystyy valitsemaan, miltä levyasemalta asennus halutaan suorittaa. Tässä tapauksessa koneella oli Windows server 2008 ISO-image, joten avattiin suoraan sen avulla.

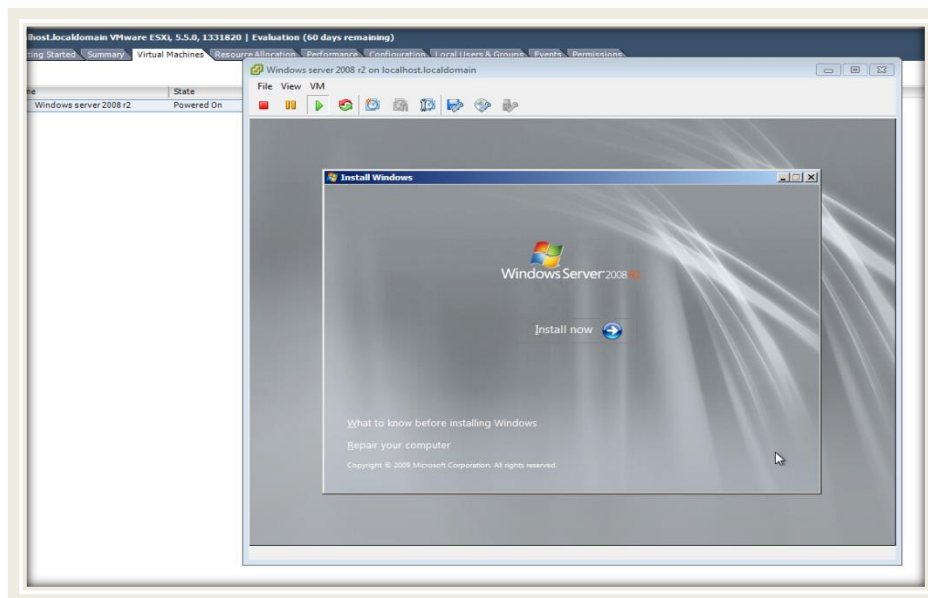


Kuvio 47. VMware vsphere client -virtuaalikoneen konsolin avaaminen.

Virtuaalikoneen uudelleenkäynnistyksen jälkeen käyttöjärjestelmän asennus voi alkaa normaalisti.



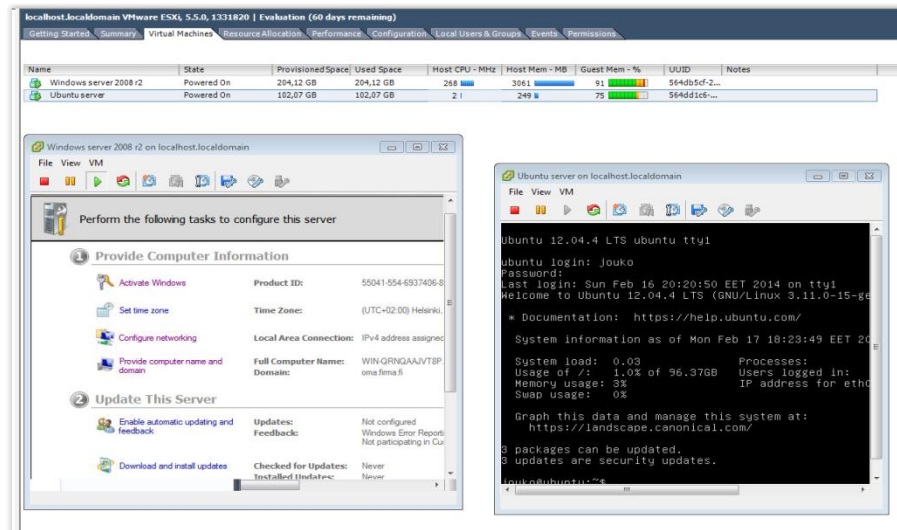
Kuvio 48. VMware vsphere client -kuvatiedoston käyttäminen.



Kuvio 49. VMware vsphere client -kuvatiedoston avautuminen.

## 4.5 Lopputulos

Lopputuloksena on täysin toimiva virtuaalinen ympäristö, johon voi lisätä palvelimia tai työpöytiä järjestelmän resurssien mukaan. Tässä tapauksessa toimintaa testattiin asentamalla Windows-palvelin sekä Ubuntu-palvelin. Molempien käyttö sujui sulavasti yhtä aikaa.



Kuvio 50. Windows-palvelin ja Ubuntu.

## 5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tässä työssä käsiteltiin virtualisointia ja tutustuttiin virtuaaliympäristön rakentamiseen. Tavoitteena oli saada käsitys kuinka virtualisointi käytännössä toimii ja kuinka sitä voi käyttää hyödyksi työelämässä. Itse työssä onnistuttiin loistavasti. Virtualisointia käytiin läpi historian sekä faktojen kautta. Hyödyt ja haasteet käytiin myös läpi tarkasti. Käytännön puolella saatiin rakennettua palvelimelle toimiva virtuaaliympäristö, jonka avulla pystyi lisäämään virtuaalikoneita.

Tulevaisuuden kannalta työstä oli huomattavasti hyötyä, koska tietotekniikka siirtyy jatkuvasti enemmän virtualisoinnin puolelle. Tämän takia kaikilla alaa opiskelevilla olisi hyvä olla käsitys virtualisoinnin perusteista ja käyttömahdollisuuksista.

## LÄHTEET

- Cloudtweaks. 2012. Cloudtweaks - The History Of Virtualization. [www-sivu]. Cloudtweaks. [viitattu 30.1.2014]. Saatavissa: <http://cloudtweaks.com/2012/12/the-history-of-virtualization/>
- Everything VM. 2011. Everything VM – History of virtualization [www-sivu]. [viitattu 21.1.2014] Saatavissa: <http://www.everythingvm.com/content/history-virtualization>
- Fujitsu. 2014a. Data Sheet - FUJITSU Server PRIMERGY RX200 S7 Dual socket 1U rack server. [pdf-dokumentti]. Fujitsu. [viitattu 3.2.2014]. Saatavissa: <http://globalsp.ts.fujitsu.com/dmsp/Publications/public/ds-py-rx200-S7.pdf>
- Fujitsu. 2014b. Fujitsu software – Serverview suite. [www-sivu]. Fujitsu. [viitattu 13.3.2014]. Saatavissa: <http://www.fujitsu.com/fts/products/computing/servers/primergy/management/>
- IBM. 2007. IBM Global Education - Virtualization in Education. [pdf-dokumentti]. IBM corporation. [viitattu 15.1.2014]. Saatavissa: <http://www-07.ibm.com/solutions/in/education/download/Virtualization%20in%20Education.pdf>
- Microsoft. 2014. Windows server 2008 r2. [www-sivu]. Microsoft [viitattu 4.2.2014]. Saatavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/windowsserver/bb310558>
- Muropaketti. 2007. Muropaketti - Katsaus AMD K10 –arkkitehtuuriin. [www-sivu]. Muropaketti. [viitattu 20.1.2014]. Saatavissa: <http://muropaketti.com/artikkelit/prosessorit/katsaus-amd-k10-arkkitehtuuriin,2>
- Scheffy. 2007. Clark Scheffy - Virtualization for dummies. [pdf-dokumentti]. Wiley. [viitattu 24.1.2014]. saatavissa: [http://www.amd.com/us/Documents/Virt\\_for\\_Dummies.pdf](http://www.amd.com/us/Documents/Virt_for_Dummies.pdf)
- Sdncentral. 2014. Sdncentral - What's Network Virtualization?. [www-sivu]. [viitattu 20.1.2014]. Saatavissa: <http://www.sdncentral.com/whats-network-virtualization/>
- SearchStorage. 2006. Margaret Rouse - Storage virtualization. [www-sivu]. [viitattu 20.1.2014] Saatavissa: <http://searchstorage.techtarget.com/definition/storage-virtualization>
- SNIA. 2009. SNIA technical position - Common RAID Disk Data Format Specification. [pdf-dokumentti]. SNIA. [viitattu 14.2.2014]. Saatavissa: [http://www.snia.org/sites/default/files/SNIA\\_DDF\\_Technical\\_Position\\_v2.0.pdf](http://www.snia.org/sites/default/files/SNIA_DDF_Technical_Position_v2.0.pdf)



Thegeekstuff. 2010. Ramesh Natarajan - VMware ESXi step-by-step installation guide with screenshots. [www-sivu]. Thegeekstuff [viitattu 15.2.2014]. Saatavissa: <http://www.thegeekstuff.com/2010/06/vmware-esxi-installation-guide/>

Webopedia. 2014. Webopedia - application virtualization. [www-sivu]. [viitattu 20.1.2014] Saatavissa: [http://www.webopedia.com/TERM/A/application\\_virtualization.html](http://www.webopedia.com/TERM/A/application_virtualization.html)

VMware. 2014a. VMware - vSphere. [www-sivu] VMware. [viitattu 3.2.2014]. Saatavissa: <http://www.vmware.com/products/vsphere/>

VMware. 2014b. VMware - vSphere hypervisor. [www-sivu]. VMware [viitattu 3.2.2014]. Saatavissa: <https://www.vmware.com/products/vsphere-hypervisor/>

## LIITTEET

